جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

فلزات ومعالجة حرارية

(نظرى – معمل)

الصف الثانى

لطلبة المدارس الثانوية الصناعية

"نظام الثلاث سنوات"

للتخصصات (التشكيل واللحام ــ السباكة ــ النماذج)

تأليف

مهندس/ السيد حسين عبد الحميد
موجه عام بالإدارة العامة
للتعليم الصناعي

مهندس/ ثروت محمود على الجندى
موجه عام ميكانيكا
بالقاهرة

مــــراجـــعــــه

أ.د/ أحمد أحمد محمد الجبالى
استاذ بجامعة قناة السويس

حقوق الطبع محفوظة للوزارة
٢٠٠٩- ٢٠١٠

مقدمة الكتاب

الحمد لله الذى وفقنا فى أخراج هذا الكتاب بالصورة المرجوة طبقاً لعمليات التطوير والتحديث فى المناهج الدراسية حتى تواكب التطور السريع فى عالم الصناعة.

ونأمل ان تقدم محتويات الكتاب المساهمة الفعالة لفهم المصطلحات والعمليات الفنية التى تستخدم فى التصنيع وكذلك المعالجات الحرارية المختلفة التى تجرى على المعادن بغرض تحسين خواصها المختلفة وكذلك بعض التجارب العملية لفحص هذه المواد ولقد استعرضنا فى الباب الأول من هذا الكتاب علم الفلزات ودراسة البنيةالاساسية للمواد وفى الباب الثانى تعرضنا للسبائك وأهمية خلط المواد والغرض منها، وفى الباب الثالث تعرضنا للمعاملات الحرارية بأنواعها المختلفة والغرض منها، وفى الباب الرابع تكلمنا عن المعادن الغير حديدية وسبائكها المختلفة واستخدامات كل منها فى الحياة العملية، وفى الباب الخامس تكلمنا عن المساحيق المعدنية وأهميتها ومجال استخدامها .

وفى الجزء المعملى استعرضنا بعض التجارب التى تبحث عن خواص المواد الهندسية والكشف عن التركيب البنائى لها.

وأخيراً أرجو أن ينال محتويات هذا الكتاب رضاء كل من يتصفح ابوابة وندعوا الله سبحانه وتعالى أن يكون هذا الكتاب ومحتوياته معينا لمن يريد أن ينقب ويبحث فى مجال التقدم العلمى المنشود.

والله من وراء القصد وهو ولى التوفيق

المؤلفان

وزارة التربية والتعليم
قطاع التعليم الفنى
الإدارة العامة للتعليم الصناعى

المنهج الدراسى للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث
شعبة ميكانيكا

الصف: الثانى — التخصص: التشكيل واللحام والسباكة والنماذج

المادة: فلزات ومعالجة حرارية — عدد الحصص: (حصة نظرى+ حصة معمل) أسبوعيا

أولا : منهج فلزات ومعالجة حرارية نظرى

الباب الأول: الفلزات واللافلزات

١ - ١ : مقدمة عن علم الفلزات (المعادن).

١ - ٢ : تقسيم الفلزات – خواص الفلزات.

١ - ٣ : دراسة بنية المواد المعدنية.

١ - ٤ : خلايا المعادن والبنية البلورية وخواصها.

١ - ٥ : عيوب البنيات البلورية.

١ - ٦ : الحبيبات وحدود الحبيبات.

١- ٧ : تبلور المعادن.

الباب الثانى: السبائك.

٢ - ١ : تعريف السبيكة.

٢ - ٢ : أهمية خلط المعادن ونظرية تعديل الخواص بأضافة عناصر معينة.

٢ - ٣ : أنواع السبائك حسب بنيانها الداخلى فى الحالة الصلبة.

- مركبات معدنية وألكترونية.
- محاليل متجمدة- الفرق بين المحاليل المتجمدة والمركبات.
- خليط ميكانيكى.

الباب الثالث : المعاملات الحرارية:

٣ - ١ : المصطلحات الفنية للمعالجات الحرارية (المعالجات الحرارية- معدل التبريد- التقسية"التبريد السريع"فترة التقسية- درجة حرارة التقسية – التشويه- فترة الغطس- زمن الأحتفاظ- فترة التسخين

٣ - ٢ : المعاملات الحرارية للصلب (التخمير والتلدين)

* أنواع التخمير (تخمير أزالة الجهود – التخمير بأعادة التبلور-

(تابع) الباب الثالث " المعاملات الحرارية "

تخمير التجانس- التخمير الشامل)

٣ - ٣ : المعادلة

١ - ٤ : طرق التصليد السطحى

بالتغليف (بالكربنة- بالنتردة- بالسيانيد).

بالحرارة (باللهب – بالتيارات الحثية)

٣ - ٥ : المراجعة أو التطبيع (الغرض منها، كيفية إجراؤها).

الباب الرابع: المعادن الغير حديدية وسبائكها.

٤ - ١ : النحاس وسبائكه (النحاس الأصفر- البرونز القصديرى- البرونز الألومنيومى – البرونز السليكونى- البرونز البيريليومى- البرونز الرصاصي- سبائك النحاس مع النيكل).

٤ - ٢ : الألومنيوم وسبائكه- سبائك الديورالومين- سبائك الألومنيوم الخاصة بالسباكة.

٤ - ٣ : السبائك شائعة الاستخدام

* سبائك الرصاص للأغراض الخاصة.
* سبائك (القصدير والرصاص والزنك) المقاومة للأحتكاك.
* السبائك البيضاء.
* سبائك البرونزسبائك الألومنيوم لكراسى المحاور.
* سبائك اللحام القصديرية الرصاصية.

الباب الخامس: تكنولوجيا المساحيق:

أنواع منتجات تكنولوجيا المساحيق- التلبيد- الطرق المختلفة لتحضير مساحيق المعادن بالطرق الكيميائية- مواد التصنيع الملبدة- مجالات استخدام منتجات تكنولوجيا المساحيق.

ثانيا: منهج فلزات ومعالجة حرارية (المعمل)

التجربة الأولى:

المقارنة والتعرف على المواد الهندسية بالمعاينة والفحص وبالعين المجردة.

التجربة الثانية

المقارنة والتعرف على المواد الحديدية بإستخدام الشرز.

التجربة الثالثة:

تعيين كثافة المواد بإستخدام نظرية أرشميدس.

التجربة الرابعة:

فحص عينة من الحديد مجهرياً والتمكن من رؤية أشكال الحبيبات وحدود الحبيبات للعينة المنتظمة بدون إسناد.

التجربة الخامسة:

إسناد عينات الفحص المجهرى على البارد.

طرق الأسناد:

١- الأسناد على البارد.

التجربة السادسة:

٢ - الإسناد بالضغط والحرارة ثم التبريد.

أولاً: المنهج النظرى

الباب الأول
الفلزات واللافلزات

١ - ١ : مقدمة عن علم الفلزات (المعادن).

١ - ٢ : تقسيم الفلزات – خواص الفلزات.

١ - ٣ : دراسة بنية المواد المعدنية.

١ - ٤ : خلايا المعادن والبنية البلورية وخواصها.

١ - ٥ : عيوب البنيات البلورية.

١ - ٦ : الحبيبات وحدود الحبيبات.

١- ٧ : تبلور المعادن.

١ - ١ مقدمة عن علم الفلزات (المعادن)

أمكن التعرف حتى الآن على ما يقرب من ألفى (٢٠٠٠) معدن فى باطن الأرض، والكثير منها نادر أو قليل الوجود، والقليل منها.

(ما يقرب من المائتين تقريباً شائع الوجود والأستخدام فى الحياة). وهذه المعادن أما تكون مكونه للصخور النارية والرسوبية والمتحولة أو أن تكون مكونة لنوع آخر من الصخور ويعرف بأسم الخامات المعدنية، وهى راوسب فيها منافع للأنسان وتستقر هذه الرواسب فى اماكن (بقع) متفرقة من كوكب الأرض وكذلك باقى (معظم) الكواكب الأخرى من المجموعة الشمسية ، حتى يكتشفها الأنسان ويستخرجها من باطن الأرض ويطوعها فى استعمالاته فى عمليات التصنيع المختلفة طبقاً لأحتياجاته الفعلية.

وتشترك معظم المعادن فى انها تأخذ شكل التبلور والقليل منها (الغير متبلورة) وهى تمثل حالة غير مستقرة تمضى فى طريقها إلى التبلور والاستقرار بمضى الزمن الطويل وتغير الظروف، وعلى ذلك يمكن القول بأن كل معدن يكون له بناءاً ذرياً (بلورى) منتظماً وتركيباً كيميائياً مميزاً له.

إن الفلزات ليست مجرد عناصر (معادن) يستخدمها العلماء فى مختبراتهم (المعامل) بل هى جزء من حياتنا العلمية والعملية وقد يلجأ الأنسان اليها ويتعامل معها مع انه لا يعلم انها من الفلزات أو غيرها، مثل الحديد والنحاس.. الخ.

فالفلز هو الذى يسهل تأينه بفقد أو اكتساب بعض من الالكترونات الموجودة فى المدار الخارجى لذرته، وتعرف عدد الألكترونات المفقودة او المكتسبة من المدار الخارجى للذرة باسم تكافؤ الفلز (العنصر).

١- ٢ (تقسيم الفلزات)

عرف العالم الروسى الكبير لومونوسوف "الفلزات" بأنها الأجسام البراقة القابلة للطرق. ولكن الخواص الطبيعية، مثل اللمعان والموصلية العالية للكهرباء والحرارة لا يمكن أن تعتبر اساساً كافياً لا يجاد حد فاصل دقيق فى تصنيف المواد الى فلزات ولا فلزات. وفى كثير من الحالات نجد من الصعوبة لاعتماد على الخواص الكيماوية فى عملية التصنيف، وذلك لأن بعض العناصر تتميز بخاصية الأمفوتيرية" وعلى هذا فليس هناك حد يفصل بشكل واضح بين الفلزات واللافلزات.

ولقد جرت العادة على اعتبار عنصر ما من الفلزات استناداً على التقاليد المتبعة فى طرق تصنيعه واستخدامه. وعلى هذا الأساس فإن لدينا حوالى ثمانين عنصر من الفلزات التقليدية.

جدول (١) التقسيم الصناعى للفلزات

المجموعة	عناصرها
الفلزات الحديدية	الحديد وسبائكه
<u>الفلزات غير الحديدية</u>	
أ- الثقيلة.....................	Cu, Ni, pb, Zn, Sn
ب- الخفيفة.................	Al, Mg, Be,Li,Ba,Ca,Sr,K,Na,Rb,Cs
ج- النبيلة (الثمنية)........	Au, Ag, Pt, Os, Ir, Ru, Rh, Pd.
د- الثانوية..................	As, Si, Bi, Cd, Hg, Co
هـ- الحرارية...............	W, Mo, Ta, Nb, Ti, Zr, V
و- المتناثرة.	Ge,In, Ga, Tl, Hf, Re
ز- المشعة	Ra, Ac, Th, Pa, U (والعناصر من ٩٣ – ١٠٢)
ح- فلزات الأرض النادرة	Y, La, Ce, Nd, Pr, Sm, Gd, Dy, Er, Yb, Pm, Eu, Tb, Ho, Tu, Lu, Sc
ط- السبائكية مع الحديد	Cr, Mn

<u>ملحوظة:</u> قد تجمع المجموعات (و، ز، ح)، تحت مجموعة عامة – "الفلزات النادرة"

ومع أن جدول مندلييف الدورى للعناصر يبين بشمول الخواص الكيماوية للعناصر، الا أنه لا يبين أهميتها الاقتصادية. وعلى هذا الأساس وضع ما يسمى بالتقسيم الصناعى أو التكنولوجى للفلزات، ولا يرتكز التقسيم على أساس علمى، الا أنه استخدم فى المصطلحات على نطاق واسع.

ويبين جدول (١) التقسيم التجارى للفلزات الذى يؤخذ به الصناعة.

وتقسم الفلزات بموجبة قبل كل شىء الى فلزات حديدية وغير حديدية. ويضم القسم الأول الحديد فقط، الذى يستخدم على هيئة سبائك عديدة (الزهر وأنواع الصلب المختلفة). ويبين هذا التقسيم دور الحديد الكبير فى التكنولوجيا كعنصر أساسي فى المواد الانشائية، وكما يتضح ذلك من استخداماته العديدة وكميات انتاجه الكبيرة.

وقد قسمت الفلزات غير الحديدية من الناحية التكنولوجية الى الفلزات غير الحديدية الثقيلة، ولها أهمية فى الصناعات الحديثة للفلزات. وتتألف من النحاس والنيكل والرصاص والخارصين والقصدير. والفلزات الحفيفة وفى مقدمتها فلز الالمنيوم الذى يستخدم تجاريا على نطاق واسع وتتميز عن المجموعات الاخرى بوزنها النوعى المنخفض نسبيا. اذ يتروح الوزن النوعى للفلزات غير الحديدية والثقيلة بين ٧ و ١١ (مقربة لأقرب عدد صحيح)، أما الفلزات الخفيفة فيقل وزنها النوعى عن ٤وتتضمن الفلزات غير الحديدية الخفيفة بالاضافة الى الالمنيوم عشرة عناصر أخرى وهى المغنسيوم والباريوم والكالسيوم والسترونشيوم والبرليوم والليثيوم والكالسيوم والصوديوم والربيديوم والسيزيوم.

وعلى اساس التقسيم الصناعى المذكور تفرد المجموعة المسماة بالفلزات الثمينة (النبيلة)، وذلك لمقاومة أحد اعناصرها وهو الذهب للأحماض المعدنية المركزة، وكذلك للدور الهام الذى يلعبه كل من الذهب والفضة كعملات حرة متداولة لقرون عديدة. وينتمى الى مجموعة الفلزات الثمينة البلاتين ومجموعته ومنها البلاديوم والروديوم والايريديوم والروثينيوم والازميوم.

وقد استخدمت فلزات البزموت والكادميوم والزرنيخ والأنتيمون والزئبق فى الصناعة منذ الازمان الغابرة. وتسمى هذه الفلزات " بالفلزات الثانوية" ويبدو من الطبيعى بعض ان ينسب الى هذه المجموعة فلز الكوبلت أيضاً.

وهناك بعض الفلزات غير الحديدية التى لم تستخدم فى الصناعة لمدة طويلة. ويرجع ذلك أما لقلة نسبتها فى القشرة الأرضية، أو لصعوبة الحصول عليها فى الحالة الطليقة النقية. كما ان الدراسات التى اجريت عليها قليلة.

وتسمى هذه المجموعة غالبا بالفلزات النادرة. ونظرا لكثرة الفلزات النادرة فقد قسمت الى مجموعات جانبية.

وتستخدم فلزات التنجستن والموليبدنوم والتيتانيوم والفانديوم والزركونيوم والتنتالوم والنيبيوم لا كعناصر لسبك Alloying Elements الصلب فحسب بل لها استخداماتها الهامة. ودرجة حرارة انصهار هذه المجموعة من الفلزات يزيد عن ١٦٥٠°م ، ولهذا السبب تسمى هذه المجموعة بالفلزات الحرارية أو المقاومة للصهر.

وتتميز مجموعة الفلزات المتناثرة وهى الجرمانيوم والانديوم والجاليوم والثاليوم والهافنيوم والرينيوم بوجودها بكميات قليلة جدا فى مختلف مناطق القشرة الأرضية . وليس لهذه الفلزات خامات خاصة بها، ومعادنها نادرة جدا (عدا الجرمانيوم)، لذا فليس لها خامات ذات أهمية صناعية. ولكنها تدخل فى تركيب النسق البلورى لمعادن الفلزات الاخرى.

ومنذ بدء المحاولات لاستخدام الطاقة النووية لليورانيوم بشكل خاص كوقود نووى صنفت الفلزات المشعة كمجموعة منفصلة وتضم هذه المجموعة الآن الثوريوم والراديوم والبروتكتينيوم وعناصر ما وراء اليورانيوم التى استحدثها الانسان.

وتضم مجموعة فلزات الارض النادرة ١٤ عنصرا من الجدول الدورى وكذلك للانثيوم والاتريوم والاسكانديوم.

وتعتمد الخواص الفيزيائية للفلزات بدرجة كبيرة على درجة نقاوتها وعلى المراحل التى مرت بها قبل القياس.

خـــــواص الفــلـــــزات

<u>خواص الفلزات:</u> يمكن تلخيص خواص الفلزات طبقا لما يلى:

- **<u>الخواص الفيزيائيـة:</u>** يقصد بها جميع الصفات التى تتصف بها الفلزات شاملة (التمدد الحرارى- الوزن النوعى- درجة حرارة انصهار- والخواص الكهرومغناطسية- تأثير الاشعاعات النووية والخواص الكهروحرارية...... الخ.

- **<u>الخواص الميكانيكية</u>** : -

وبقصد بالخواص الميكانيكية قابلة المعدن للطرق والسحب – القص – الصدمات الصلادة.... الخ.

<u>- الخواص الكيميائية:</u>

ويقصد بها التفاعلات المختلفة للفلزات مع الجو المحيط بها والتى تؤدى إلى أنواع الصدأ أو العتامة، وكذلك قابلة الفلزات لعملية التأين

<u>- بالنسة للخواص المغناطيسية</u>:

تتصف الفلزات عند وجودها فى مجال المغناطيس بخواص مغناطيسية بدرجات مختلفة فبعضها بوافق بدرجة كبيرة مثل (الحديد والنيكل والكوبالت) والبعض الآخر يتعارض مع الخواص المغناطيسية بدرجات متفاوتة مثل (النحاتس والزنك والفضة) فهى تكاد تنعدم فيها الخواص المغناطيسية.

<u>- الخواص الكهربية</u> :

فهى أيضاً تكون شديده التوصيل للكهرباء مثل النحاس الالمونيوم .. الخ وبعضها يكاد ينعدم فيها الخواص التوصيل الكهربى نهائيأ وتسمى مواد عازله .

<u>- الخواص الحرارية</u> :

توجد بعض الفلزات جيده التوصيل الحرارى مثل الحديد والالمونيوم .. الخ وتتفاوت درجة التوصيل حتى تكاد ان تنعدم فى بعضها .

١ ـ ٣ دراسة بنية المواد المعدنيه : يقصد ببنية المواد المعدنيه ما يلى : ـ

١ ـ طبيعة وتركيب ذرات العناصر التى تتكون منها المادة

٢ ـ طريقة ارتباط الذرات وبعضها

٣ ـ ترتيب الذرات فى وحدات بنائيه تسمى كل منها بالخلية .

٤ ـ تجميع هذه الخلايا لتكوين الحبيبات او البللورات .

ـ وعموما ترتبط الذرات وبعضها باحد الأربطه الاتيه : ـ

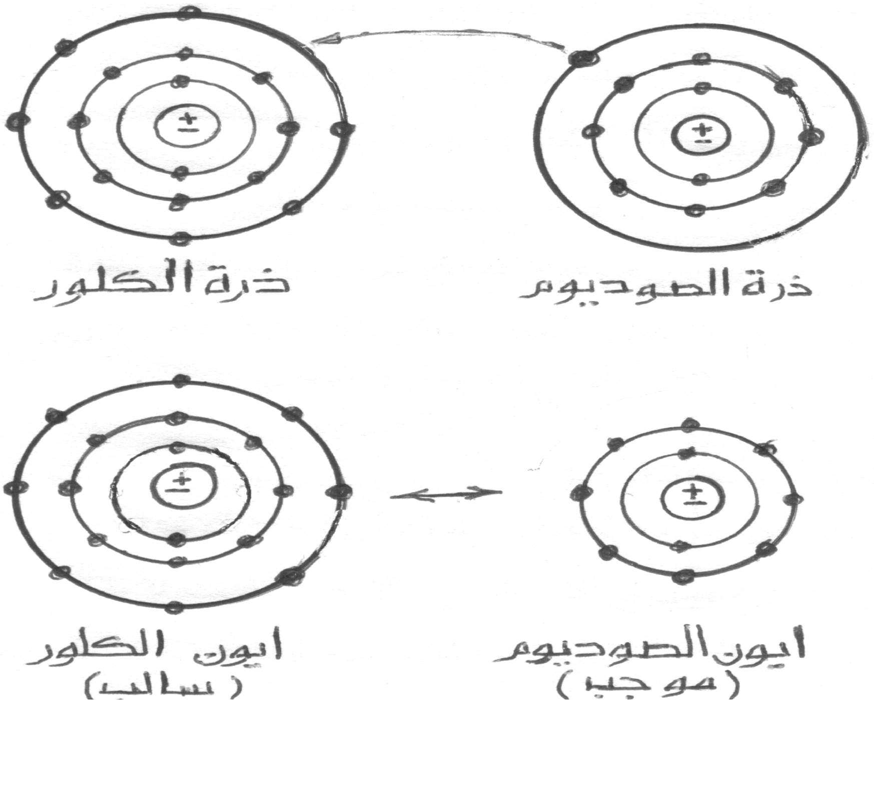
أولا : الأربطه الالابتدائية مثل (الرابطة الايونيه ـ التساهمية ـ المعدنية)

ثانيا: الاربطة الثانوية مثل رابطة (فاندرفال ـ الهيدروجينى ـ الاسهامى القطبى)

وتعتبر الأربطه الابتدائية أقوى الأربطه .

الرابطه الايونيـة : ـ كما تحدث بين ذرتى الصوديوم Na والتى تحتوى ذراتها على ١١ الكترون وتوزيعها (٢ ـ ٨ ـ ١) وذرة الكلور CL والتى تحتوى على ١٧ الكترون وتوزيعها (٢ ـ ٨ ـ ٧) ولكى يتم الأرتباط بينهما فتفقد ذرة الصوديوم الالكترون الموجود بمدارها الاخير فتصبح ايون موجب بينما ذره الكلور تميل لان تكتسب الالكترون فى مدارها الاخير حتى يصبح مشبعاً وتصبح ايون سالب فيتم اتحاذ كل من الايون الموجب للصوديوم مع الايون السالب للكلور مكونا كلوريد الصوديوم .

والرسم شكل (١) يوضح الرابطة للأيونية



١ ـ ٤ خلايا المعادن والبينه البلوريه وخواصها : ـ

تتجمع ذرات المعادن مع بعضها لتكوين خلايا المعادن اما بطريقه عشوائيه دون نظام معين وتسمى بالمواد الغير بلورية مثل مواد الشمع والزجاج حيث لا تتخذ هذه المواد اى شكل معين بينما نجد ان الذرات المكونه للمواد البللوريه تنتظم وتتخذ شكلا(نظام دقيق منتظم .

ـ الشبكات البلورية للمعادن : ـ

فى حالة المعادن المتجمده تكون المسافه بين الذرات صغير جداً حيث تزداد قوة التماسك بينها ، بينما فى الحالة السائله تكون قوة التماسك اصغر نسبياً بينما فى الحاله الغازيه تقل نهائيا قوة التماسك بن ذراتها، وتزداد حركة الذرات فى الفراغ بحركات غير منتظمه .

ويوجد عدد من الالكترونات بالمدار الخارجى لا يزيد عن ثلاثه لذرات المعادن وعندما تقترب الذرات الى بعضها كما فى الحاله المتجمده فان الكترونات السحب الخارجه (التكافؤية) تفقد ارتباطها بذراتها نتيجة انتزاع احد الكترونات التكافؤ لاحدى الذرات بواسطة نواه موجبة مجاوره فتتحول الذره بدورها الى ايون موجب ينتزع من احد الذرات المجاوره الكترونا لتتحول هو الى ايون (نواه موجبه) وها كذا ، ويحدث نتيجة لذلك تعميم لهذه الالكترونات لتصبح تبعيتها لجميع الذرات المكونه للكتله المعدنيه .

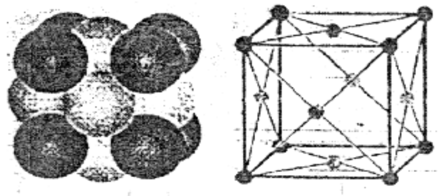
وتسمى هذه الالكترونات بالالكترونات الحره ، ويحدث الترابط المعدنى عن طريق قوى التجاذب الكهروستاتيكية التى تنشأ بين الايونات الموجبة والاليكترونات الحره والتى تجذب الايونات اليها ويطلق على هذا النوع باسم الرباط المعدنى .

وينتج عن ذلك ان الذرات تشغل فى المعادن اوضاعاً منتظمه مكونه الشبكه بلورية دقيقه .

وتتخذ الشبكات البلوريه اوضاعأ هندسيه معينه تصل الى (١٤ نوعا) ولكن من اهمها انتشارا هى الشبكات الموضحه بالرسم شكل (١ - ١) الذى يبين الانواع المختلفه للنسق البلورى لبعض المعادن .

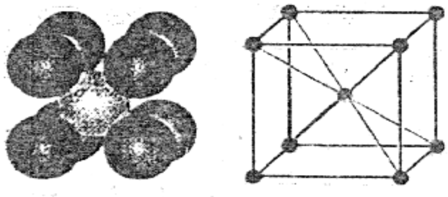
(a)

مكعب بسيط SC



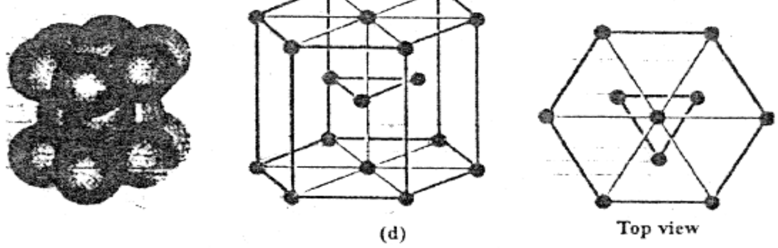
(b)

مكعب متمركز الأوجه (FCC)



(c)

مكعب متمركز الحجم (BCC)



(d)

سداسي مزدحم بالذرات (HCP)

شكل (١ - ١)

رسم تخطيطى يبين البلورة المعدنية والانواع المختلفه للنسق البلورى ومخططات التكدس الذرى .

ومعظم المعادن تتبع ثلاثه فقط من انواع الخلايا وهى : -

١. خلايا المكعب المتركز الجسمى (BCC) ومنها تترتب الذرات فى اركان المكعب الثمانيه بجانب ذره تأخذ مركز المعكب .

٢. خلايا المكعب المتمركز السطح (FCC) وفيها تتمركز الذرات فى اركان المكعب المتجانسه بجانب تمركز ذره فى كل وجه من اوجه المكعب السنه ويوجد مجموعها ٨ + ٦ = ١٤ ذره .

العدد المكافئ لكل خلية = ٨ × ٨/١ + ٦ × ٢/١ = ٤ ذرات

٣. خلايا المنشور السداسى حيث توجد ذرات فى رؤوس المنشور السداسى للقاعدتين (٦ × ٢) بجانب وجود ذره فى مركز القاعدتين وكذلك وجود ثلاثه ذرات فى المركز الهندسى للمنشور فيكون عدد الذرات -= ١٢ + ٢ + ٣ = ١٧ ذره

العدد المكافئ لكل خلية = ١٢ × ٦/١ + ٢ × ٢/١ + ٣ = ٦ ذرات

<u>خواص البنية البلورية :</u>

نظراً لأختلاف كثافة تكدس الذرات فى المستويات المختلفه العموديه على الاتجاهات المختلفه ، فإن كثيرا من الخواص الفيزيائية والميكانيكيه تتباين فى الاتجاهات المختلفه فى البلورات ، وعدم التشابه فى خواص البلورات المفردة فى الاتجاهات البلورية المختلفه يسمى بتباين الخواص .

والبلورات اجسام متباينه الخواص على عكس الاجسام الغير بلورية المتساوية الخواص مثل الزجاج واللدائن حيث لا تتغير خواصها من اتجاه الى اخر .

- ومعظم المعادن المستخدمه فى الحياه العمليه هى اجسام عديده البلورات تتكون من عدد كبير من الحبيبات والاجسام العديده البلورات االموزعه توزيعا منتظماً مما يؤدى الى ان تتماثل الى حد كبيرمع خواص الجسم المتعدد البلورات فى الاتجاهات المختلفه وتكون متماثله الخواص.

١ ـ ٥ عيوب البنيات البلوريه :

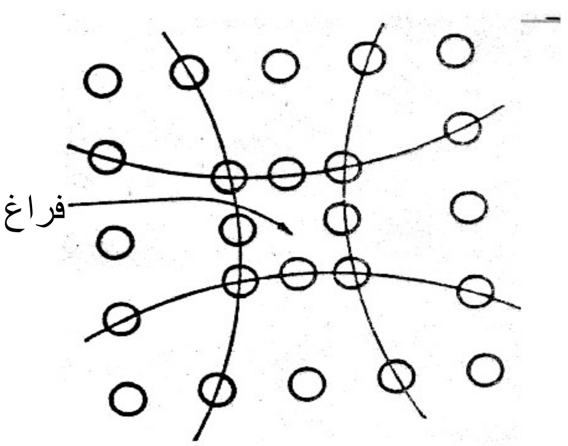
علمنـا ان المعـادن تتكـون مـن بلـورات عديـده متجـاورة ولكـل بلـورة إتجـاه خـاص ، داخل كل بلورة تترتب الذرات فى نظام ثابت ودقيق حسب نوع الخليه للمعدن . ولكن غالبا ما يحدث خلل فى ترتيب الذرات داخل هذا النظام الا ان تأثيره كبير جدا على خواص المعدن بحيث لا يمكن اهماله فهو المسئول عن سهولة او صعوبة تشكيل المعدن وكذلك سهولة او صعوبة حركة ذرات المعدن اثناء التسخين للمعالجات الحراريه وأنواع الخلل (العيوب) التى توجد فى ترتيب الذرات داخل البلورة عديده ويمكن تقسيمها هندسيا كما يلى : ـ

١ ـ الخلل الموضعى   ٢ ـ الخلل الخطى   ٣ ـ الخلل السطحى

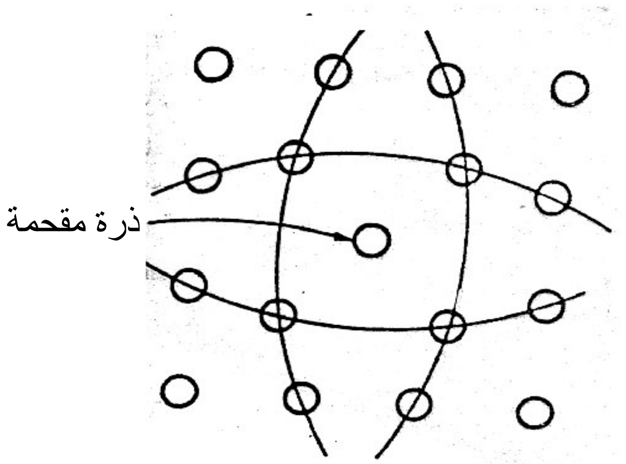
٤ ـ الخطأ فى التراص   ٥ ـ التوامة

١ ـ ٥ ـ ١ الخلل الموضعى :

تنتج الخلل الموضعى من الفراغات بين الذرات كما موضح بشكل (١ ـ ٢ ـ أ) أو من الذرات أو الايونات المقحمة مكان الذرات او الايونات الاصلية المتداخله منهم كما بشكل (١ ـ ٢ ـ ب)



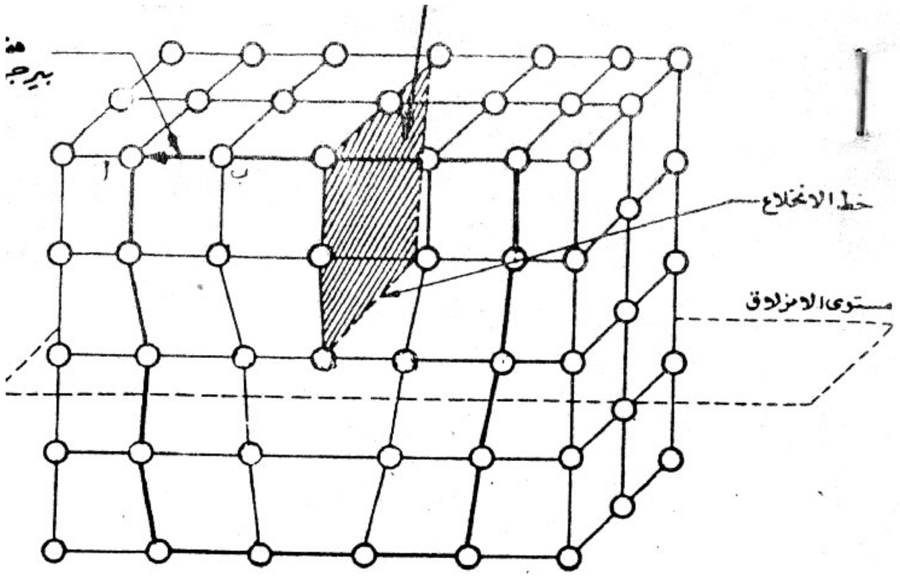
شكل (١ ـ ٢ ـ أ) خلل نتيجة الفراغ



شكل (١ ـ ٢ ـ ب) الذرات المقحمة

١ ـ ٥ ـ ٢ الخلل الخطى :

قسم الخلل الخطى الى نوعين هما الأنخلاع (التزحزح) الحافى والانخلاع اللولبى والانخلاع الحافى ينتج من وجود نصف مستوى زائد من الذرات داخل البنيه البلوريه ، ويسمى الخط الممتد داخل البلورة والذى ينتهى عنه ذلك المستوى باسم خط الانخلاع والشكل رقم ١ ـ ٣ يبين الانخلاع الحافى والذى يحدث عنده الخلل (الانخلاع) الخطى



شكل (١ ـ ٣) الانخلاع الحافى

١ ـ ٥ ـ ٣ الخلل السطحى :

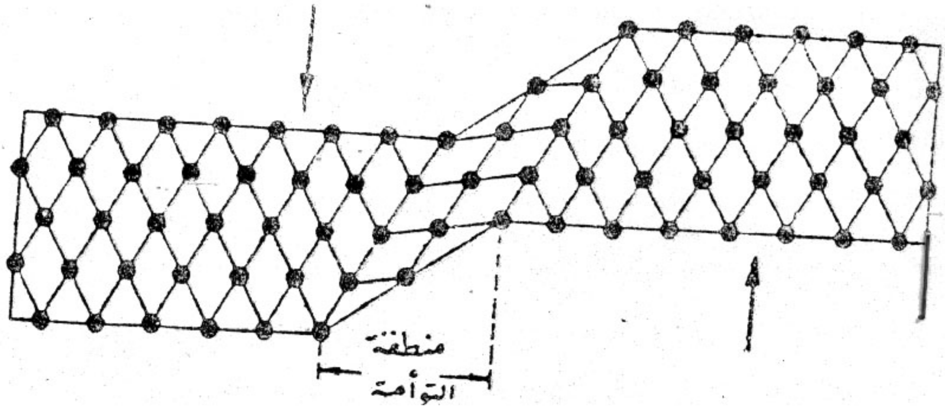
عند تحول المواد من الحاله الغازيه او السائله الى الحاله الصلبه فإن الماده غالبا ما تتكون بلورات كثيره (حبيبات) ، وقد تتكون على اسطح هذه البلورات او عند تقابل أسطحها انواع مختلفه من الخلل السحطى نتيجة لعمليه التبريد وكلما زاد معدل التبريد (للتجميد) كلما زاد عدد الحبيبات المتكونة ،وتكون لكل حبيبه اتجاه خاص بها تحدده المستويات البلورية .

١ ـ ٥ ـ ٤ خطأ التراص :

ينتج الخطأ فى تراص داخلى فى ترتيب الذرات فى المستويات الذريه للبلوره وذلك بغياب جزء من مستوى ما واحيانا يوجد خطأ فى تراص خارجى وذلك عند وجود جزء زائد من مستوى .

١ ـ ٥ ـ ٥ خلل التوأمه:

قد يحدث ازاحة للذرات داخل البلورة تغير من اتجاه بعض خلاياها عن باقى اجزاء البلورة ويكون هذا التغير فى الاتجاه متماثل حول مستوى التوأمة اى يعطى هذا المستوى صوره لمرآه مشابهه للجهه الاخرى من مستوى التوأمة والشكل رقم (١ ـ ٤) يوضح خلل التوأمه .



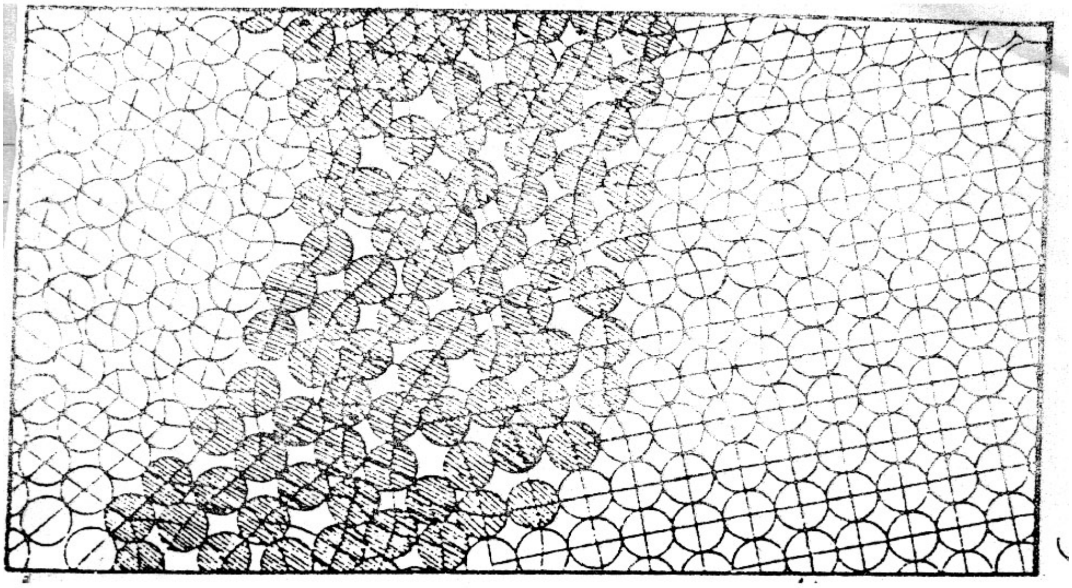
شكل رقم (١ ـ ٤)

خلل التوأمة مبينا تغير اتجاه البللورة حول مستوى التوأمة

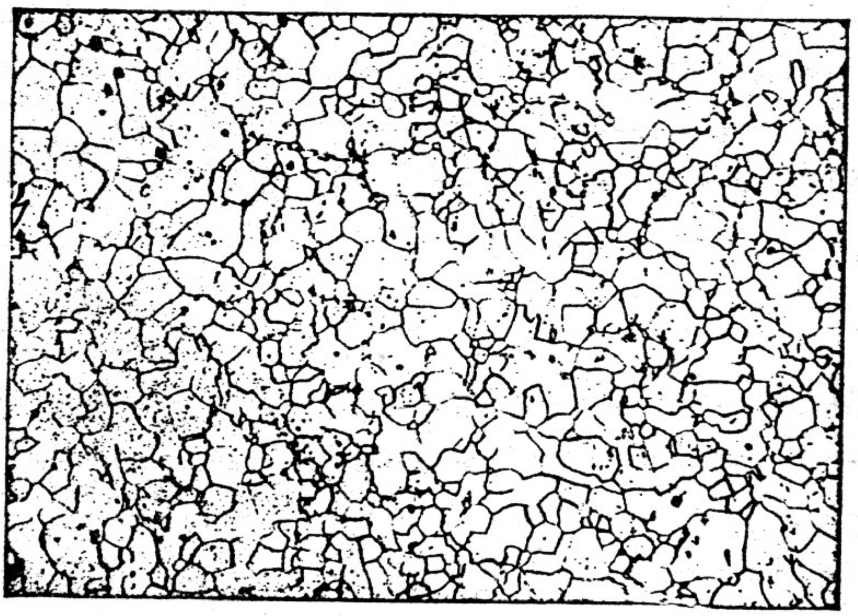
١ ـ ٦ الحبيبات وحدود الحبيبات :

عند تحول حالة الماده الغازية او السائله الى الحاله الصلبه (المتجمده) بالتبريد فإن غالبا ما تتكون بلورات عديده تسمى حبيبات ، وكلما زاد معدل التبريد زاد عدد الحبيبات المتكونه ، وتكون لكل حبيبه اتجاه خاص بها تحدده المستويات البلورية ، وعند سطح التقابل بين الحبيبات توجد منطقه انتقال ذات ترتيب مختلف عن كل من الحبيبات المتقابله وتسمى منطقة الانتقال هذه بحدود الحبيبات وفى الواقع هذه الحدود لها سمك قدره عدة ذرات ، ويكون وضع الذرات فى منطقه حدود الحبيبات وضعا عشوائيا ليس له نظام معين ، وتسهل حركة الذرات الموجوده فى حدود الحبيبات عن داخل الحبيبه وتكون ذات

طاقه أعلى من مثيلاتها داخل الحبيبه وهذا ما يفسر تأكل حدود الحبيبات والشكل (١ ـ ٥ ـ (أ)) رسم تخطيطى يبين الحدود بين البلورتين والشكل (١ ـ ٥ ـ (ب) يوضح صوره ميكروسكوبية لماده متعدده الحبيبات



(أ)



(ب)

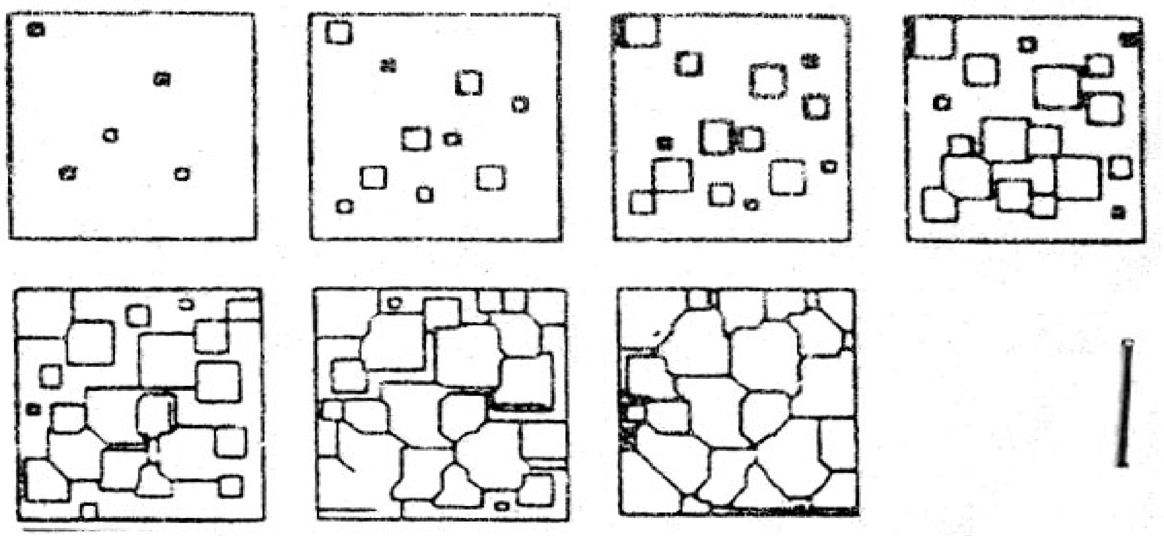
شكل (١/٥) حدود الحبيبات:

أ) رسم تخطيطى يبين الحدود بين بلورتين والذرات المهشرة هى اللتى تكون حدود الحبيبات.

ب) صورة ميكروسكوبية لمادة متعددة الحبيبات.

١ ـ ٧ تبلور المعادن :

تسمى عملية انتقال المعدن من الحاله المنصهره الى الحاله الجامده بأسم التبلور ، وذلك نتيجة لأنتقال المعدن الى الحاله الأكثر اتزانا وهى الحاله الجامده والتى تتميز بقدر أقل من الطاقه الحره وتستمر عمليه التبلور بتكون انباتات بلورية (مراكز التبلور) وتستمر كنتيجة لنمو هذه الانباتات كما هو موضح بالرسم شكل (١ ـ ٦) الذى يبين تتابع عمليات تبلور المعادن .



شكل (١-٦) رسم تخطيطى يبين تتابع عمليات تبلور المعادن

الشكل (١ ـ ٦)

والذى يبين انه كلما زاد تبريد المعدن كلما ادى الى ان تنشأ فى كثير من اجزائه بلوره مستقره قادره على النمو وتتميز البلورات الناشئه بأشكال هندسيه منتظمه طالما انه لا يعوق نموها عائق ، بينما يؤدى تصادم البلورات الناميه الى تشوه أشكالها الهندسيه المنتظمه نتيجة لصعوبه المرور الحر للمصهور الى اماكن تماس البلورات الناميه

وتتكون اثناء عمليه التبلورانباتات ذات احجام مختلفه ولكنها ليست جميعها قادره على النمو

وتحدث عمليه نمو الانباتات عن طريق انتقال الذرات من المصهورالمفرط التبريد الى البلورات الجامده فتنموا البلوره طبقه بعد اخرى ، وتستمر نمو الانباتات ثنائيه البعد مكونه طبقه جديده على سطح البلوره حتى يتم عمليه التبلور كاملة .

<u>اسئله ومراجعة على الباب الأول</u>

س١ ـ اذكر الخواص العامه للفلزات

س ٢ ـ اذكر خواص البنيه البلورية .

س ٣ ـ تكلم بإيجاز عن عيوب البنيات البلوريه

س ٤ ـ اشرح ما هو المقصود بالشبكه البلوريه للمعادن مع الاستعانه بالرسم موضحا انواع التركيب البلورى للمعادن .

س ٥ ـ ما هو المقصود بعمليه التبلور للمعادن موضحا بالرسم والشرح كيفية حدوث التبلور للمعدن ؟

س ٦ ـ ما هو المقصود بالخلل الموضعى الحادث عند ترتيب الذرات ؟

س ٧ ـ اشرح بإيحاز ما هو المقصود بحدود الحبيبات وكيف تتكون هذه الحدود ؟

الباب الثانى

السـبـــائـــك

٢ - ١ : تعريف السبيكة.

٢ - ٢ : أهمية خلط المعادن ونظرية تعديل الخواص بإضافة عناصر معينة.

٢ - ٣ : أنواع السبائك حسب بنيانها الدخلى فى الحالة الصلبة.

- مركبات معدنية والكترونية.
- محاليل متجمدة – الفرق بين المحاليل المتجمدة والمركبات.
- خليط ميكانيكى.

الباب الثانى

السبائك

<u>٢ ـ ١ تعريف السبيكه</u> :

هى عباره خليط او مركب من معدنين او اكثر بنسب معينة لكل منهما ، بغرض الحصول على مكون (مركب) ذو خواص جديدة فهناك سبيكه ثنائية او ثلاثية او رباعية على حسب عدد المعادن الداخله فى السبيكه .

<u>٢ ـ ٢ اهميه خلط المعادن ونظرية تعديل الخواص بإضافة عناصر معينه:</u>

عندما كانت خواص المعادن الطبيعية والميكانيكية للمعدن لا تكفى فى اغلب الاحيان للاستعمالات الفنيه والعملية بها ، لذلك لجأ الباحثون الى خلط بعض الفلزات (اثنان فأكثر) بنسب محسوبه (طبقا للدراسة) للحصول على سبائك ذات خواص جديده لا يتصف بها أى من الفلزات المكونه لهذه السبيكه ، حيث يمكن ضبط كثير من السبائك بتغيير نسب المعادن الداخلة فيها ، ويطلق على السبيكة المكونة من عنصريين باسم السبيكة الثنائية والتى تتركب من ثلاثة عناصر بالسبيكة الثلاثية....... وهكذا .

ولتعديل خواص السبائك (الصلب) مثلا يمكن اضافة

(أ) عناصر تساعد على تكوين كربيدات مثل (الكروم والتجنستن والتيتانيوم والموليبديم والمنجنيز) .

(ب) عناصر تساعد على استقرار الأوستنيت ، فى درجة الحرارة المعادن وتمنع وتحلل الكربيدات مثل (النيكل والمنجنيز والكوبالت والنحاس)

<u>٢ ـ ٣ انواع السبائك :</u>

يمكن تقسيم السبائك حسب بنيانها الداخلى فى الحاله الصلبه الى : ـ

أ ـ مركبات معدنيه والكترونيه

ب ـ محاليل متجمده　　　　　　ج ـ خليط ميكانيكى

أ - <u>المركبات المعدنيه الالكترونيه</u> : -

تحدث بين عناصر السبيكة إذا إختلفت فى خواصها الكيمائية (فى تكافؤها) وفعاليتها بان تكون ابونات احداها مرتفعة فى درجة قطبينها (موجبة مثلا مثل المنجنيز والمغنسيوم وتكون ايونات المركبة الاخرى سالبه بدرجه كبيره مثل التلبريوم والقصدير ، ومنها المركبات المعدنيه التى تخضع لقانون التكافؤ المعتاد ولها نقطه انصهار محدده مثل المغنسيوم والقصدير اما المركبات الالكترونيه فهى مركبات معدنيه لا تخضع لقانون التكافؤالمعادن بل لها قانون خاص بها

ب - <u>المحاليل المتجمدة</u> : -

عندما يحدث ذوبان بين المعادن المكونه للسبيكه ويظهر صنف واحد ذو شبكه بلوريه واحده وتحتوى على ذرات جميع مكونات السبيكه ، ويقصد بالذوبان يعنى تداخل ذؤات بعضها فى ذرات البعض الاخر .

- معظم مكونات (معادن) السبائك تختلط بعضها فى بعض فى الحاله المنصهره .

- وقد يمتد هذا الاختلاط والذوبان فيشمل الحالتين المنصهره والمتجمده او قد يتم الذوبان بصوره تامه لاى نسبة يوجد بها العدد الاول فى الثانى مثل الذهب والنحاس (كلاهما يذوب فى الاخر وبأى نسبة) .

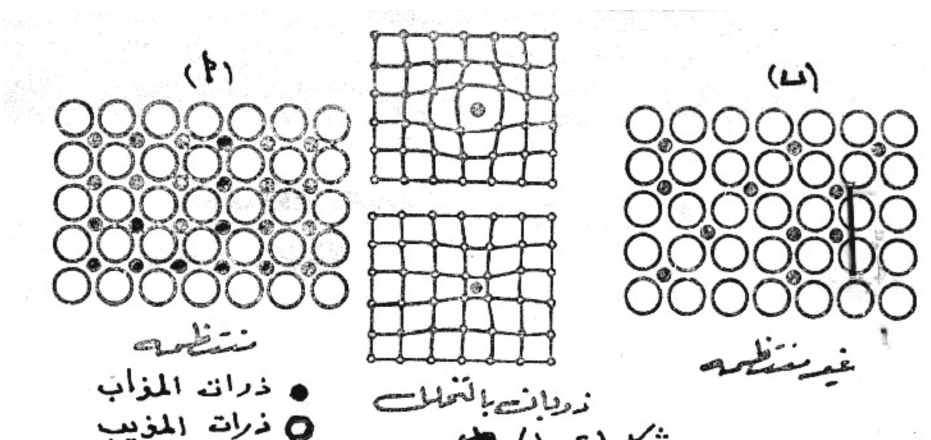
- وقد يتم هذا الذوبان بصورة محدودة احدهما فى الاخر ذوبان محدود .

- يوجد بعض ازواج المعادن لا تذوب فى بعضها عمليا مثل (النحاس مع الرصاص) او (الحديد والرصاص) ولا فى الحالة المنصهرة أيضاً ، ويفسر ذلك الفارق بين احجام ذراتها وكذلك اوزانهما النوعية او الفارق الكبيرفى درجة انصهار كل منهم ، فقد يرسب فى القاع ذرات العنصر الثقيل منها بينما تطفو ذرات العنصر ذو الوزن النوعى المنخفض ولا يحدث ذوبان بينهما .

الاختلاف بين المحاليل المتجمده والمركبات :

تتكون المركبات الناتجه عن نسب محدوده بين المعادن الداخلـه فيها ولها تركيب بلورى خاص بها ، اما المحاليل المتجمده فتمتد فى نسب تركيزها لتشمل عده نسب فى اطار مدى قد يضيق او يتسع والتركيب البللورى للمحلول المتجمد يتبع تركيب العنصر المذيب مع وجود بعض التشويه الناتج من تواجد ذرات العنصر (المعدن) المذاب بينها ، ويكون وضع ذرات العنصر المذاب فى الشبكه البللوريه للمحلول المتجمد من نوعين هما :

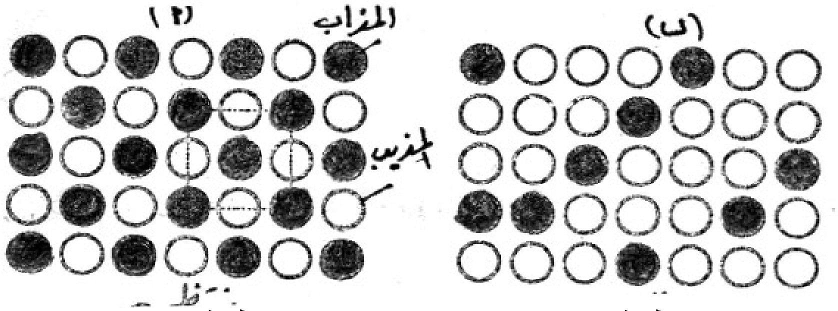
١ ـ ذوبان بالتغلغل (بالتخلل)　　　　٢ ـ ذوبان بالازاحه (الاحلال)



شكل (٢-١)

ففى حالة الذوبان بالتغلغل تأخذ ذرات العنصر المذاب اماكنها بين ذرات العنصر المذيب التى تستقر فى اركان الشبكه البللوريه كما هو الحال للمحلول المتجمد للكربون فى الحديد ويكون توزيع ذرات المذاب منتظما كما فى شكل (٢ ـ ١ ـ أ) او غير منتظما كما فى شكل (٢ ـ ١- ب) ولابد لحدوث هذا النواع من الذوبان ان تكون ذرات العنصر المذاب صغيره جداً بالنسبه لذرات العنصر المذيب (يكون حجم ذرات المذاب اقل من حجم ذرات المذيب اقل من ٥٩ %).

اما النوع الثاني وهو ذوبان بالازاحه (الاحلال) وهو تكوين محاليل متجمده بالازاحه (الاحلال) حيث تحل ذرات المذاب محل ذرات العنصر (المعدن) المذيب كما فى حالة احلال ذرات النحاس محل ذرات النيكل لكى يكون المحلول المتجمد لهما ويكون توزيع الذرات الذائبه بالازاحه او الاخلال كما نوضح بالشكل (٢ ـ ٢) إما ان يكون منتظما كما فى (أ) او غير منتظما كما فى (ب) ويراعى ان تكون حجم ذرات المذاب تختلف عن ذرات المذيب بأختلاف اقصاه = ١٥ %



منتظمة غير منتظمة

شكل (٢-٢) ذوبان بالازاحة

الخليط الميكانيكى :

عند خلط معدنين بغرض عمل سبيكه ، فانه قد ينتج بنيان جديد وهو عباره عن خليط من البللورات كل نوع من هذه البلورات مختلف عن الاخر ومنفصل عنه ويمثل احد مكونات السبيكه وهذا البنيان الناتج يسمى الخليط الميكانيكى ومثال ذلك سبيكه القصدير والزنك ٠

قابلية الذوبان فى الحاله المتجمده تتوقف على العوامل الاتيه : -

١. تشابه نوع الترتيب الهندسى لخلايا كل من الفلز المذاب والمذيب
٢. ان يتساوى او يتقارب ضلع الخلايا كل من الفلز المذيب والمذاب بقدر الامكان
٣. الا تكون ذرات المذاب ذات شحنه سالبه كبيرة (ايون سالب) بالنسبه لشحنه ذرات المذيب والا تكونت مركبات معدنيه مستقرة ٠
٤. ان يتساوى او يتقارب تردد (عدد الاهتزازات فى الثانيه / لذرات المذاب والمذيب ٠
٥. ويعتبر من اهمها وهو تناسق حجم ذرات الفلز المذاب والفلز المذيب.

اسئلة ومراجعـة على الباب الثانى

س ١ : ما هى السبيكه وما هو الغرض من عمل السبائك ؟

س ٢ : ما هو المقصود بالمركبات المعدنيه والالكترونيه ؟

س ٣ : عرف المحلول المتجمد ووضح متى يمكن الحصول عليه.

س ٤ : ما الفرق بين المحاليل المتجمده والمركبات؟

س ٥ : ما هو شرط حدوث الذوبان بالتخلل فى المحاليل المتجمدة؟

س ٦ : عرف الخليط الميكانيكى مع ذكر مثال لذلك .

س ٧ : وضح بالرسم وضع ذرات المعدن المذاب فى المعدن المذيب فى حالتى الذوبان بالتخلل والذوبان بالازاحة.

الباب الثالث

المعاملات الحرارية

٣ - ١ : المصطلحات الفنية للمعالجات الحرارية.

٣ - ٢ : المعالجات الحرارية للصلب (التخمير والتلدين).

٣ - ٣ : المعادلة.

٣ - ٤ : طرق التصليد السطحى.

٣ - ٥ : المراجعة او التطبيع (الغرض منها - كيفية اجراؤها) .

الباب الثالث : المعاملات الحراريه

٣ ـ ١ المصطلحات الفنيه للمعالجات الحراريه :

المعالجات الحراريه Heat Treatment :

هى كل عملية او مجموعة من العمليات التى تتعرض بواسطتها الشغلة بتغيير درجات حرارتها ، ثم تبريدها بمعدل معين بقصد الحصول على خواص جديدة او تغيير خوصها ٠

معدل التبريد Cooling Rate :

هو مقدار خفض درجة الحرارة فى الوحدة الزمنية وذلك فى حدود درجات حرارة معينة ٠

التقسية (التبريد السريع) Quenching:

يطلق على معدل التبريد الذى يبلغ من السرعة بحيث يترتب عليه تحول او تغيير فى خواص الشغلة او تجميد وضع ما كان موجود فى درجات الحرارة العالية (مثال محلول متجمد) ليظل موجود فى درجات الحرارة العادية ٠

فترة التقسيه Quenching period

هى الزمن المأخود من لحظة غطس الشغلة فى وسط التبريد حتى لحظة اخراجها من الوسط ٠

درجة حرارة التقسيه Quenching Temperature

هى درجة الحرارة والتى يبدأ عندها عملية التبريد السريع للشغلة.

التشويه Distortion

وهو الاختلاف فى ابعاد الشغله بعد اجراء المعالجه الحراريه لها.

فترة الغطس Immersion Period

وهى الفترة المحسوبة منذ لحظة غطس الشغلة فى حمام ماء وحتى لحظة اخراجها.

زمن الاحتفاظ Holding period

هو الزمن الذى يحتفظ بالعينة خلاله عند درجة حرارة معينة حتى يمكن ان تتساوى درجة حرارة كل من قلب الشغله وسطحها.

فترة التسخين Heating Period

هى الزمن المأخوذ منذ بدء التسخين حتى وصول بالشغلة بدرجة الحرارة الى المدى المطلوب على سطح الشغلة.

٣ ـ ٢ المعالجات الحراريه للصلب (التخمير والتلدين)

المقصود بالمعالجات الحراريه هى تسخين المعدن او السبيكه لدرجة حرارة معينه وبعد ذلك تجرى عمليات التبريد بمعدلات مختلفه تبعآ للهدف من المعالجة) بغرض تغيير خاصية او بعض خواص الصلب و من اهم هذه المعالجات الحرارة هى (التخمير ـ المراجعة – التصليد) ومن المعروف ان الصلب الكربونى يحتوى على كربون اقل من ٢.٠٧ % دون دخول اى عناصر اخرى الا فى حدود قليلة جداً وكذلك يجب الا تتعدى نسبة كل من الكبريت والفوسفور والنتروجين حدود ٠.١ % وهى تعتبر شوائب واذا زادت نسبة وجودها عن هذا الحد فأنها تبدأ فى التأثير على خواص الصلب والذى يسمى اسم (الصلب السبائكى).

أولا : (التخمير Annealing والتلدين) :

ويقصد به التحول بالمعدن او السبيكه الى الحاله الملدنة (الطريه) باستخدام المعامله الحراريه برفع درجة حرارة الصلب الى درجة حراره معينه والاحتفاظ به عند هذه الدرجه لفترة زمنيه تم تبريده تبريد بطئ وتتوقف نتائج عمليه التخمير على مراحل درجه الحراره والزمن التى تمر بها هذه المراحل وهناك مراحل للتخمير

مراحل التخمير : تأخذ عمليه التخمير ثلاثه مراحل وهم : ـ

١ ـ التخلص من الاجهادات الداخله المسببه للصلاده

٢ ـ اعادة التبلور ٣ ـ نمو الحبيبات

وسوف نشرع كل مرحله تفصيليا :

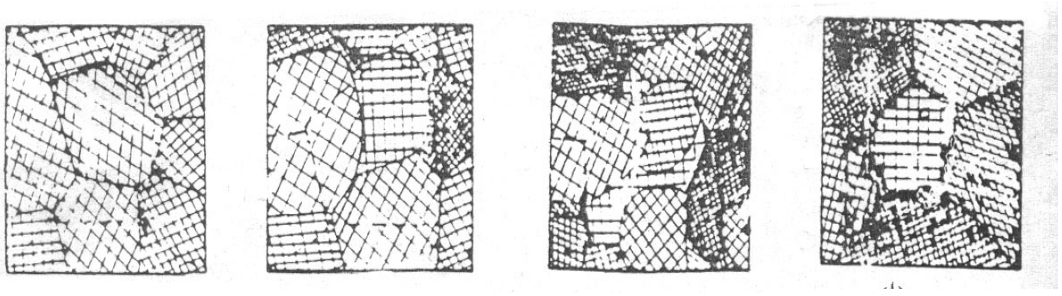
اولا : التخلص من الاجهادات الداخليه (Stress Relief or Recover)

نعلم ان عمليات التشكيل على البارد (كما فى عمليات الدرفلةعلي البارد) تترك اجهادات داخليه يجب التخلص منها ويتم ذلك فى اول مراحل التخمير وذلك بأعطاء الفلز طاقه حراريه كافيه تساعده على التخلص من الاجهادات الباقيه ، وهذه المرحلة من التخمير لا يترتب عليها هبوط يذكر فى الصلادة.

ثانيا : اعادة التبلور (Recrystalisation)

وهى المرحلة الثانية فى عملية التخمير وتبدأ بعد عملية التخلص من الاجهادات الداخليه ويقصد اعادة التبلور حيث تتولد بلورات جديدة غير مجهده وتنمو هذه البلورات باتجاهات جديده لا علاقه لها بأتجاهات البلورات القديمه ، واعادة التبلوريصاحبها تغير فى الخواص الميكانيكيه وذلك بأرتفاع نسبه اللدونه على حساب انخفاض الصلادة والمقاومه للآجهاد ات و تزول بعد مرحلة اعادة التبلور كل الاجهادات الباقية التى تكون قد تخلقت بعد مرحله التخلص من الاجهادات الداخليه ٠

ومن ناحيه اخرى تنخفض درجة الحراره التى تبدأ عندها اعاده التبلور كلما ارتفعت درجه نقاء المعدن ، ودرجة الحرارةالتي تتم عندها يتوقف علي كمية الأجهادات الموجودة بعد المرحلة الأولي ، والشكل (٣ - ١) رقم ((أ ، ب ، ج) يوضح شكل الحبيبات خلال عمليه اعادة التبلور ٠



(أ) بدء اعادة التبلور — (ب) استمرار اعادة التبلور — (ج) اكتمال اعادة التبلو — (د) نمو الحبيبات وتغلظها

شكل (٣ - ١)

ثالثا : نمو الحبيبات (Grain growth)

وهى المرحله الثالثه والاخيره لمراحل التخمير حيث تنمو البلورات الجديده على حساب تلاشى البلورات القديمه الآتية من المرحلة الثانية والتي لا يوجد بها أي تشويه للبلورات ، وكلما زاذ نمو الحبيبات الجديده كلما زاد لدونه المعدن ، وكلما زادت فترة درجه الحراره التخمير كلما زادت النمو ، حتى انها قد تفوق حجم الحبيبات القديمه كما موضح بالشكل (د). من الرسم والشكل (٣ - ١) (أ - ب ، ج) يوضح تدرج عملية إعادة التبلور ٠

٣ - ٢ - ١ انواع التخمير

تنقسم انواع التخمير الى عده انواعها اهمها : -

١. **تخمير ازالة الاجهادات (Stress relief Annealing)**

تجرى على الاجزاء المشكله على البارد حتى يمكن استخدامها فى حالة غير مجهدة او الاستمرار فى تشكيلها لمراحل اخرى كما فى عمليات السحب العميق وكذلك سحب الاسلاك والدرفله على البارد ويطلق عليها التخمير التشكيلى وتجرى عند درجة حراره ٦٥٠° م للصلب ثم نترك لتبرد فى الفرن وبنفس الطريقه تخمر وصلات اللحام لازالة الجهود الناشئه من عمليه اللحام والتى تتجمع حول وصلة اللحام لسبب التسخين الموضعى اثناء اللحام وفى المسبوكات تجرى هذه العمليه للتخلص من الاجهادات الداخليه الناشئه عن اختلاف معدلات التبريد فى اجزاء المسبوكه نتيجة لاختلاف التخانات.

٢ - التخمير باعادة التبلور (Reciystallisaion Anneal)

يتم لازالة الجهود الناشئه من التشكيل على البارد بجانب تولد بلورات جديدة فى بنية الصلب خلال التسخين بدلا من البلورات المحطمة خلال التشكيل على البارد وحيئنذ تتحسن خواص المتانه للصلب عن ذى قبل ٠

٣ ـ تخمير التجانس (Homogenization Anneals)

تجرى بقصد خلق التجانس فى بنية المعدن او السبيكه لان تبريد السبائك يصاحبه فى الغالب تواجد بنية شجريه تختلف فى تركزها عند مقاطع مختلفه من البنية وينتج عن ذلك البنية ذات القلب غير متجانس ، أن تتجمع اجزاء من السبيكه المنخفضه فى درجة تجمدها عند حدود الحبيبات ، ويمكن التخلص من هذا التباين بالتخمير الذى يتم بواسطة تبادل الذرات من مناطق الى اخرى حتى يتساوى تركيزها فى كل الاجزاء

٤ ـ التخمير الشامل Full Annealing

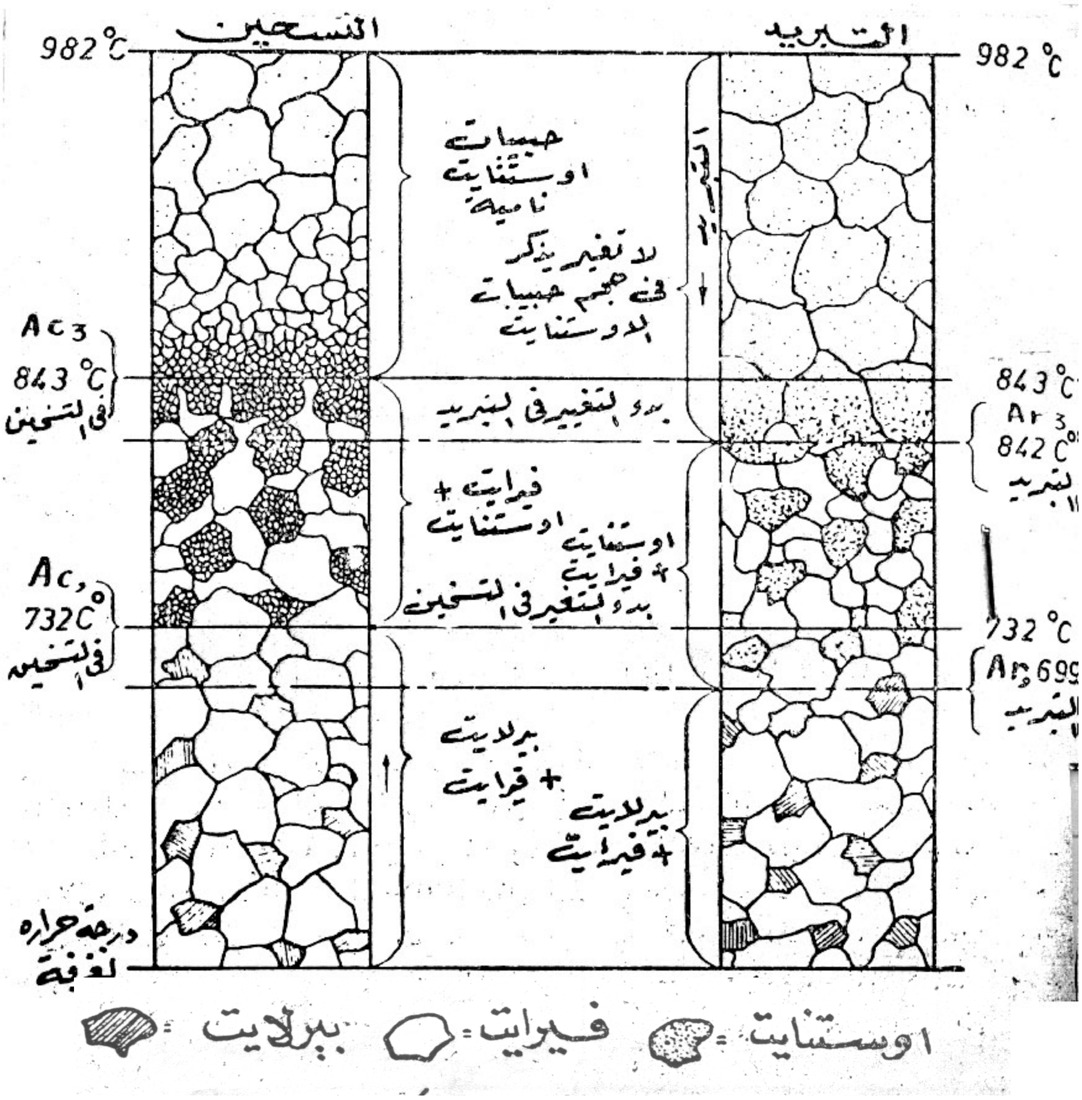
هذا النوع يتم تحويل الصلب من طور الى طور اخر (او ستنيت) ولذلك فلا علاقه له بدرجة حرارة التشكيل على البارد كالأنواع الاخرى ، وتتوقف نتائج هذا التخمير على معدل التبريد، وبالنسبه للصلب المنخفض والمتوسط الكربون ترفع درجة الحرارة بمقدار ٥٠°م فوق خط بدء التجميد تحول الأوستنيت (الدرجة الحرجة) ويحتفظ به عند هذه الدرجة فترة تتوقف على سمك العينه بمعدل نصف ساعه لكل ٢٥ مم من السمك ثم تترك لتبرد ببطء فى الفرن . ويتم فى عمليه التخمير الشامل الوصول بالمشغولات لاقصى درجة من اللدونة، والحصول على حبيبات دقيقة وكذلك التخلص من الاجهادات الداخليه والتجانس التام فى التركيب ٠

٣ ـ ٣ المعادله Normalising

تشبه هذه العمليه التخمير فى التسخين لحدود درجات الحراره السابق ذكرها ولكن عمليه المعادله تختلف عن التخمير فى سرعة التبريد ، اذ تتصف المعادله بالتبريد الاقل بطئا نسبيا وذلك بترك الاجزاء تبرد فى الهواء الراكد بدلا من الفرن ، وبذلك يحتفظ بصغر الحبيبات مما يحسن الخواص الميكانيكية.

وكما هو الحال فى التخمير لا يجب المبالغه فى التسخين عن الحد المذكور وإلا ترتب على ذلك نمو حبيبات البلورات وغلظها وتحتفظ بهذه الغلظه حتى فى انتقالها الى الفيرايت والبيرلايت مما يسبب ضعفها فينتفى الغرض من المعادلة.

والشكل (٣-٢) يوضح تأثير درجات الحرارة فى عملية المعادلة



الشكل (٣ ـ ٢)

٣ ـ ٤ طرق التصليد السطحى (Surface Hardening)

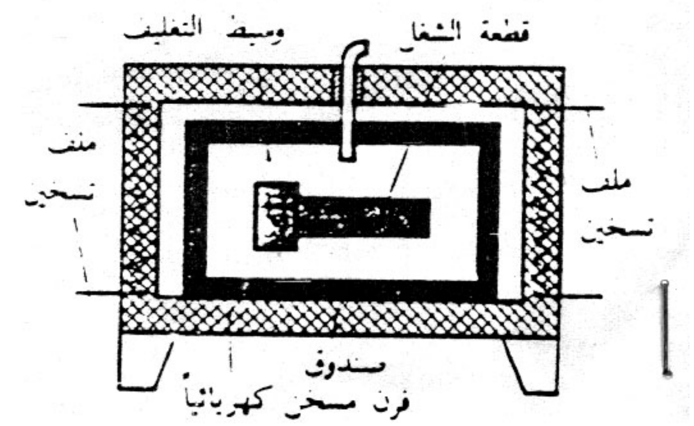
ويقصد بها الحصول على اسطح صلدة فى المشغولات بينما يبقى القلب متمتعا بلدونة نسبية فترتفع المتانه علاوة على مقاومة الاسطح للتأكل بالاحتكاك (البرى) وتتم هذه المعاملة بالطرق الاتيه : ـ

اولا ١ ـ بالتغليف (بالكربنة ـ النتردة ـ بالسيا نيد)

ثانيا ٢ ـ بالحراره (باللهب ـ بالتيارات ـ الحثية)

اولا : التغليف بالكربنة Carburizing

وهى تستخدم فى الصلب الفقير فى الكربون بقصد رفع نسبه الكربون على السطح فقط دون القلب وذلك بغزوه بكميه اضافيه من الكربون ثم يتبع ذلك معامله حراريه بالتقسيه بالتبريد السريع التى يستجيب لها فى السطح دون القلب نظرا لارتفاع نسبه الكربون وارتفاع معدل التبريد عنده ٠



والرسم الموضح بشكل (٣ ـ ٣) يوضح طريقه التصليد بالتغليف (الكربنة)

ويتم التغليف ويتم التغليف بالكربون بوضع الشعله داخل صندوق مغلق محتوية على مواد غنيه بالكربون كفحم نباتى أو فحم عظام مع وسيط منشط يساعد على الكربنه (عادة كربونات الباريوم) ويسخن الصندوق لمده ٧٥ ساعه لدرجة حرارة فى الاوستنايت حيث ترتفع قابلية الحديد لإذابة الكربون وبعد التغليف المذكور تجرى عملية التقسيه السطحيه بالتسخين اعلى الدرجه الحرجه ثم التسقيه فى الزيت لتجنب التبريد العنيف.

٢ ـ النتردة السطحيه Nitriding . **الشكل (٣ ـ ٤) يوضح طريقة التصليد بالنترده**

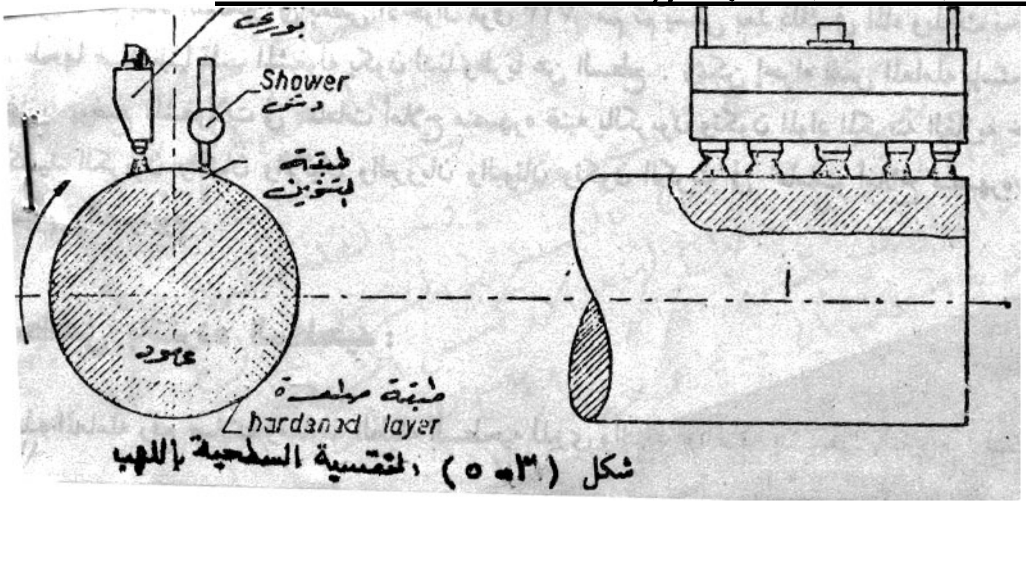
توضع المشغولات فى فرن كهربى عند درجة حراره ٥٥٠°م وتعرض لتيار من غاز يحتوى على النتروجين (مثل النوشادر) ويتم التصليد بطريقه مباشره بالنتيروجين المتغلغل دون معالجة حراريه لاحقه وذلك بتكوين النيتريدات ذات الصلاده العاليه ومقاومة البرى الكبيرة .

والاسطح التى تعالج بالنترد ه يصعب تشغيلها (خراطه - قشط) نظرأ لقساوتها الشديده ، لذلك فهى تستخدم فى الحالات التى يرغب فيها تجنب التشويه أو التشرخ الذى يصاحب التبريد السريع فى المعاملات ، الحراريه . وقد تضاف عناصر على الصلب الذى يعالج بالنتردة مثل الالمونيوم لغاية ١ % لتسهيل عمليه النتردة .

٣ - المعالجه بالسبانيد Cyaniding

وتجرى فى هذه المعادن غزو السطح بالكربون والنتروجين معا لعمق ضئيل وذلك بوضع المشغولات فى حمام من أملاح السيانيد فى درجات حراره منخفضه نسبيا من (٧٠٠ - ٨٢٠° م) أو أجراء هذه المعامله فى أفران بسيطة عليها غازات من الهيدركربون والامونيا حيث يتم الكربنة والنترده فى وقت واحد .

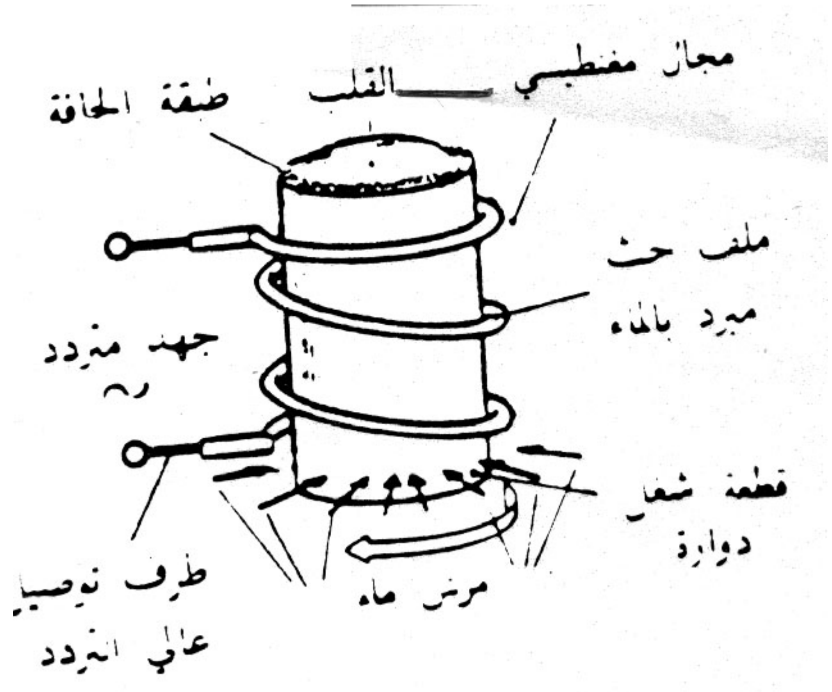
ثانيا التقسيه السطحيه باللهب Surface flame Hardening



(شكل ٣ - ٥) يوضح طريقة التقسيه السطحيه باللهب

ويقصد بها رفع درجة حرارة السطح فقط دون القلب لدرجة حراره معينة ثم التقسيه السريعه ، ويتم ذلك بالتسخين السريع على السطح قبل ان تسرى الحراره الى القلب بإستخدام لهب الاوكسى أستيلين كما بالرسم وتستخدم هذه الطريقه فى أنواع الصلب المتوسط الكربون وتتبع هذه التقسيه عمليه مراجعة للتقسيه السطحيه بالتسخين الى ٢٠٠°م لإزالة الإجهادات الحرارية الناتجة ثم التبريد السريع.

<u>التقسيه السطحيه بالتيارات التأثيريه الحثيه Surface Induction hardening</u>



الرسم شكل (٣ ـ ٦) يبين التصليد بالحث .

يستخدم فيه ملف يوضع حول الشغله لإنتاج مجال مغناطيس متردد يحدث تيارات دواميه فى الشغله ويؤدى سريان التيار الى ارتفاع سريع فى درجة حرارة الطبقه السطحيه المطلوب تصليدها وتستخدم هذه العمليه فى أغلب الآحوال للمشغولات السابق تصليدها وتطبيعها.

(٣ - ٥) المراجعه او التطبيع(الغرض منها وكيفية أجراؤها) Tempering

تجرى فقط على المشغولات التى سبق تقسيتها وذلك بالتسخين الى درجة حرارة اقل من الحرارة الحرجة بقصد التخلص من الإجهادات الداخليه الناتجه من تأثير اختلاف معدل التبريد على السطح عنه فى قلب الشغله ، ونتيجة للتخلص من هذه الإجهادات تزداد اللدونه نسبيا والمتانه دون ان تتأثر الصلادة ومقاومه الإجهادات كثيرا .

والغرض من عمليه المراجعه او التطبيع التخلص من معظم الإجهادات الحراريه الداخليه الناتجه من تأثير إختلاف معدل التبريد.

العوامل التى تؤثر فى عملية المراجعه .

١. **درجة الحراره التى تم عندها المراجعه** : عند تثبيت زمن المراجعه فإن ازدياد درجة حراره المراجعه يؤدى الى زيادة درحه لدونه الصلب المراجع وقله الصلاده .

٢. **زمن المراجعه** : بإستخدام أزمنة مراجعة قصيرة عند درجات حرارة عالية يمكن الحصول على نتيجة احسن لعلمية المراجعة أو بأستخدام أزمنة طويلة عند درجات حرارة منخفضة .

٣. **العناصر المضافه** : تؤثر معظم العناصر المكونه للكربيدات مثل التيتانيوم والفناديوم والموليديم والنتجستين والكروم بمقاومتها للدونه النسبيه المطلوبه بعمليه المراجعة، ولا يقتصر فعلها عند هذا الحد بل قد يتعدى ذلك الى ارتفاع درجة حرارة المراجعة وهذا ما يطلق عليه اسم التقسيه الثانوية.

أسئلة ومراجعة على الباب الثالث

س١ : ما المقصود بكل من (المعالجة الحرارية ـ فترة التقسية ـ التشوية ـ فترة الغطس ـ زمن التسخين ـ زمن الاحتفاظ)

س ٢ : ما هو المقصود بالمعالجه الحراريه للصلب موضحا الغرض من إجراؤها

س ٣ : أذكر مراحل عمليه التخمير للصلب ؟

س ٤ :لعلميات التخمير انواع مختلفة أذكرها شارحاً فائدة كل منها ومتـــى تجرى؟

س ٥ : أكمل الجمل الآتية بما يناسبها ؟

تصلد الآسطح المعدنية بالطرق الآتيه : ـ

أ ـ يالتقسيه دون معالجة مسبقه وتجرى عمليه التصليد .... و ....

ب ـ بالتقسيه بعد معالجة مسبقه وذلك بطريقه التغليف وطريقة ....

ح ـ تجرى عمليه .... على المشغولات التى سبق تقسيتها وذلك بالتسخين الى درجة ..... الحراره الحرجه بقصد .... الناتجه .... تأثير أختلاف معدل التبريد على .... عنه فى.... الشغله .

س ٦ : أذكر العوامل التى تؤثر فى عملية المراجعه ؟

س ٧ : أشرح على الرسم طريقة تصليد الصلب بطريقه التغليف السطـــحى (الكربنة).

س ٨ : أشرح بالرسم طريقة التصليد السطحى للصلب بطريقه النتردة ؟

س ٩ : ما هو المقصود بعمليه التصليد السطحيه باللهب ثم أشرحها تفصيليا

الباب الرابع

المعادن الغير حديدية وسبائكها

٤ ـ ١ : النحاس وسبائكه.

٤ ـ ٢ : الألومونيوم وسبائكه.

٤ ـ ٣ : السبائك شائعة الاستخدام.

٤ ـ الباب الرابع

٤ ـ المعادن الغير حديديه وسبائكها .

يطلق اسم المعادن الغير حديديه علي جميع المواد التى لا يدخل فى تركيبها عنصر الحديد مثل النحاس والالمونيوم والقصدير ـ الرصاص والزنك وتعتبر هذه المواد أغلى ثمنأ من المعادن الحديديه ، وحيث أنها تستعمل فى صنع المنتجات التى تتطلب خواص لا توجد فى المعادن الحديديه ٠

وبخلاف ذلك فإن معظم المعادن الغير حديديه تشغل وتشكل بالوسائل والطرق التكنولوجيا المختلفه كعمليات الصهر والصب (السباكة) والدرفله والسحب والبثق .. الخ وتنقسم المعادن الغير حديديه وسبائكها الى الأقسام الآتيه :

١ ـ النحاس الأحمر وسبائكه مثل (النحاس الأصفر Brass والبرونز).

٢ ـ الالومونيوم وسبائكه المختلفة (الديورالمين) وسبائك الالمونيوم الخاصة بالسباكة٠

٣ ـ الماغنسيوم وسبائكه .

٤ ـ القصدير والزنك والرصاص ٥ ـ النيكل

٤ ـ ١ النحاس :

يعتبر النحاس بلا شك أول الفلزات التى عرفتها البشريه فقد استخدم قدماء المصريين مركبات النحاس فى الطلاء .

وتوجد أهم مناجم النحاس الخام فى اليابان وروسيا وامريكا واستراليا وشيلى ورودسيا ويستخلص النحاس من خاماته واهمها كبريتيد النحاس وأكسيده ، حيث تجرى عملية الغسيل والتحميص ثم اما بالمعالجه الحرارية بإستخدام افران الصهر التى ينتج منها النحاس البنى التى تبلغ درجو نقاوته تترواح ٩٤ ـ ٩٧ % وأما بإستخدام التحليل الكهربى للحصول على نحاس درجة نقاوته تصل الى ٩٩ %

ومن خواص النحاس أنه معدن طرى قابل للإستطاله ويمكن تشكيله الى الواح رقيقه ويمكن سحبه الى إسلاك رفيعه ، وليس سهل السبك حيث يكون معرض اثناء السباكه لإمتصاص الهواء مما لسهل تكوين فقعات هوائيه داخل السبيكة،ويستخدم النحاس فى

صـناعة كثيـر مـن الأدوات المنزلـة والكهربيـة وكـذلك الأدوات الصـحية لصـناعة المحـابس والحنفيات وعوامات السيفون .... الخ .

والنحاس لا يتأثر بالهواء الجاف البارد بينما اذا سخن فيكون علـى سطحه طبقة سوداء من الأكسجين ، وفى حالة تعرضه للهواء الرطب تكونت عليه طبقه خضراء من كربونـات النحاس (الجنزار) ، وينصهر النحاس الأحمر عند درجة ١٠٨٥° م ونظرأ لتوصيله للحراره فيستخدم فى صناعة الرادياتير للسيارات.

خواص النحاس :

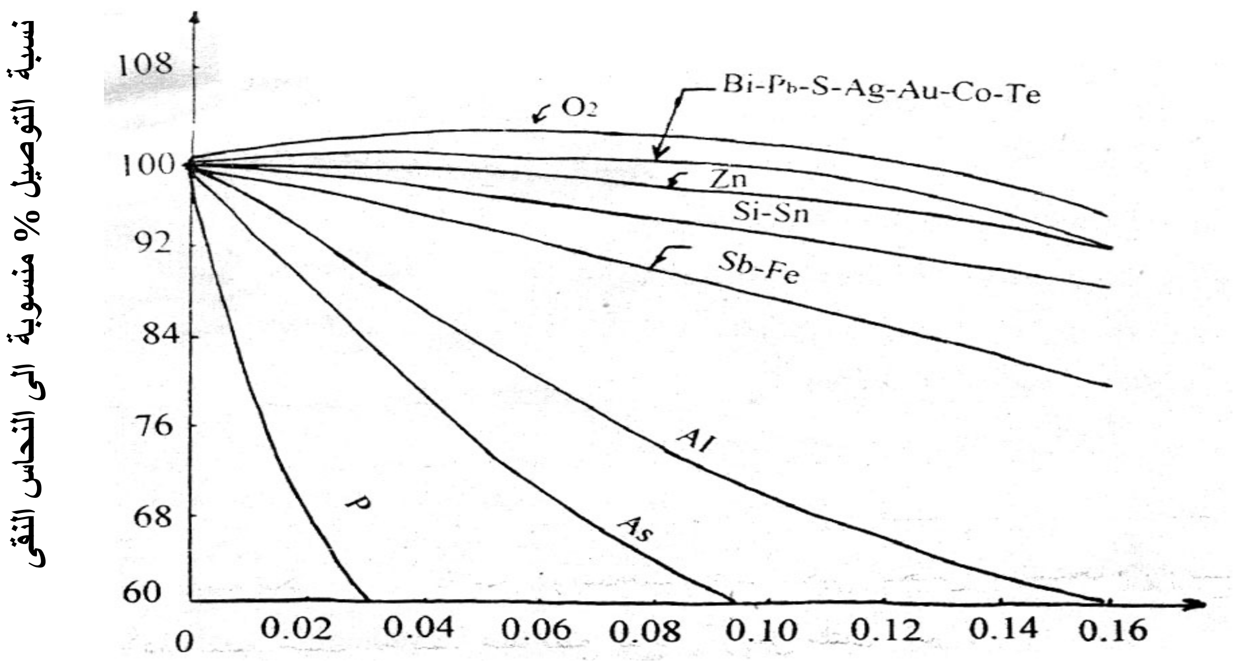
الفيزيائية الكثافه = ٨.٩ كم / سم٣ نقطة انصهارة ١٠٨٤°م قابل التوصيل للحراره والكهرباء اكثر من مثيلاتها فى الحديد .

الخواص الكيمائية :

عند تعرض النحاس الهواء الرطب يتحد مع الاكسجين (يتأكسد) سطح النحـاس مكونا أكسيد النحاس ويستمر هذا التفاعل مع ثـانى أكسيد الكربون ورطوبـه الهواء فيكون مركبات النحاس القاعدية (الزنجار) .

الخواص الميكانيكيه والتكنولوجيه :

تبلـغ مقاومـة الشـد حتـى ٢٥٠ نيـوتن / مـم ٢ ونسـبة الإسـتطالة للآسـلاك اقطارها متوسطه ٣٠% : ٥٠ % وهو أقل صلادة من الصلب، ويمكن تشكيل النحاس إما بالحداده او الدرفلـه ويمكـن تشـغيله بـالقطع ولحامـه ويعتبـر النحـاس موصـل جيـد للكهربـاء وهـذه الخاصيه تبلغ أقصى ما يمكن عندما يكون النحاس نقى وتقل بنسبه ضئيله بإضافة بعض العناصر الأخـــرى (البزموت ، الرصـاص ، الكبريت ، الفضـه ، الكـاديوم والأكسجين والذهب والكوبالت والتلوريوم والزنك).



شكل(٤ – ١)   نسبة وجود الشوائب

كما هو موضح بالرسم شكل (٤ ـ ١)

<u>٤ ـ ١ سبائك النحاس</u> : تنقسم سبائك النحاس أساسا الى ثلاثه أقسام .

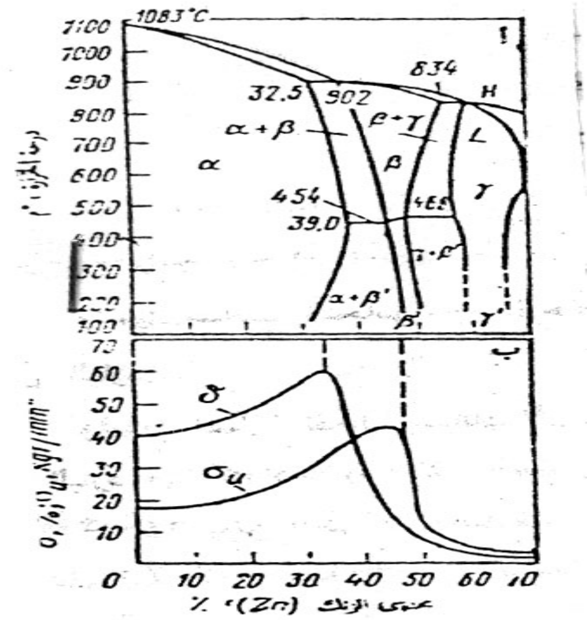
١ ـ سبائك النحاس الأصفر Brass وهى سبائك النحاس الأحمر والزنك اساسأ

٢ ـ سبائك البرونز Bronzes وهى سبائك غنيه بالنحاس مع أى من الفلزات الآتيه (القصدير ـ الألمونيوم ـ السيليكون ـ البريليوم ـ الفوسفور) ويسمى البرونز بأسم العنصر المضاف للنحاس بالرغم من ضألة نسبه وجودها .

٣ ـ سبائك أخرى (سبائك النحاس والنيكل) .

<u>النحاس الأصفر :</u>

تسمى سبائك النحاس الأحمر مع الزنك باسم النحاس الأصفر ويمكن ان تضاف اليه عناصر اخرى لكى تعطيه خواص اخرى جديده ويكون الزنك مع النحاس الأحمر عددا من الاطوار على شكل محاليل متجمده صلبه ومركبات الكترونية



شكل (٤ – ٢)

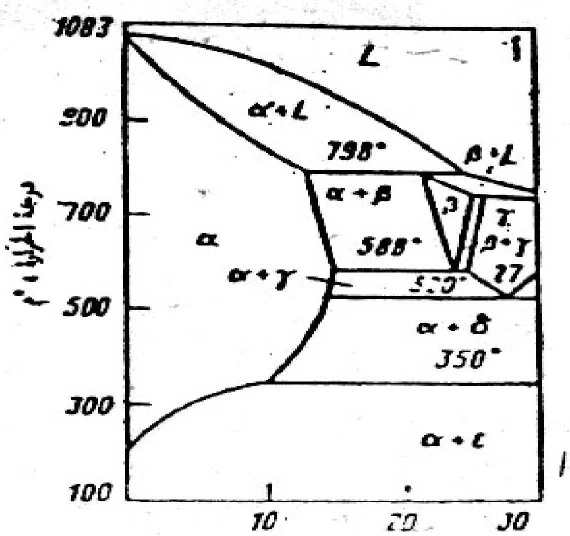
وكمـا واضـح من الرسم شكل (٤ ـ ٢) أ ، ب أن النحاس الأصفر الذى يحتوى على ٣٩ % زنك يكون احادى الطور ومتكونـه من بلورات المحلول المتجمد للزنك فى النحاس الطور (∝) ويظهر الطور (β) فى السبائك التى يتراوح الزنك منها من (٣٩ : ٥٠) % .

وهذا الطـور عبـاره عن المركب الالكترونـى ويبين شكل ٤ ـ ٢ (أ) تغييـرات الخـاص الميكانيكيـة للنحـاس الأصفر تبعـا لمحتوى الزنـك فى الطـور (∝) حيث تزداد متانه وصلادة ولدونة النحاس الأصفر وعند ظهور الطور (β) تقل اللدونـه بشكل حاد مع استمرار مقاومه الشد لتصل لآقصى قيمه عندما تصل نسبه الزنك ٤٥ % وتقل متانـه النحاس الأصفر فى مجال الطور (β) ويتميز النحاس الأصفر الثنائى الطور بمتانـه عاليـه ومقاومه مرتفعه للبلى ، ويمكن أن تضاف بعض العناصـر الى النحاس الأصفر لتحسين خواصه حيث تضاف اليه كميه قليله من الرصاص لتحسين قابليه التشكيل بالقطع .

كمـا يمكـن ان يضـاف القصـدير او السـيليكون أو المنجنيـز لتحسـين الخـواص الميكانيكية والكيميائية.

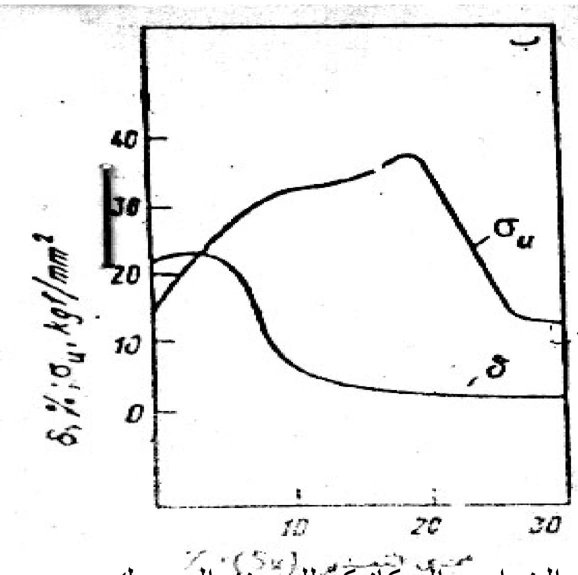
البرونز القصديرى .

كما هو واضح من المخطط التوازن الحرارى للنحاس والقصدير



الرسم البيانى الأطوار سبائك النحاس - القصدير

(أ)



الخواص الميكانيكة للبرونز المسبوك تبعا لمحتوى القصدير فيه

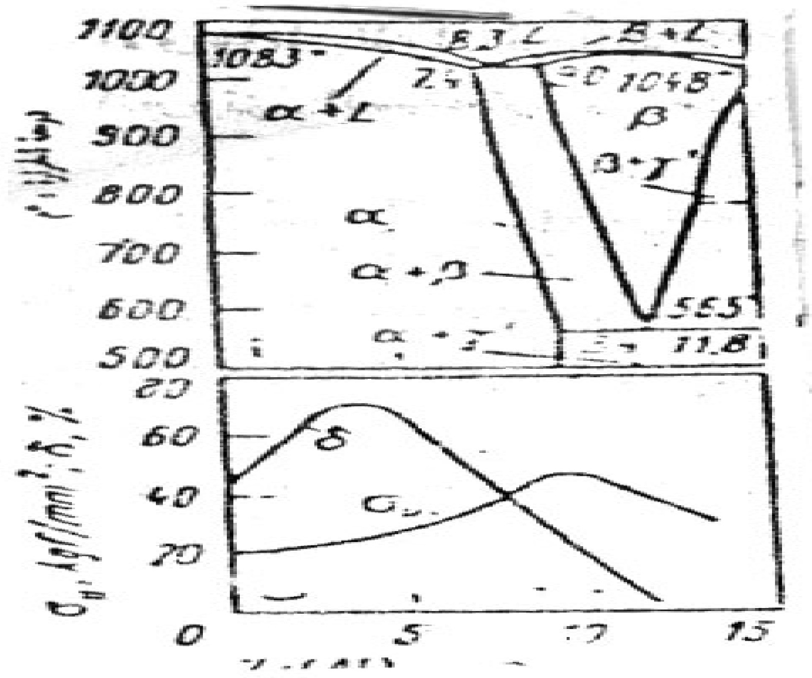
(ب)

شكل (٤ ـ ٣) أ ، ب

ان نسبه القصدير لا تزيد عن ٢٢ % حيث تتكون مركبات الكترونيه فى مجال الطور (∝) ويتبلور البرونز القصديرى فى نطاق واسع من درجات الحراره لهذا فإنه يميل الى الإنعزال الكيمائى ، والبرونز المحتوى على أقل من (٤ : ٥)% قصدير يكون عباره محلول جامد (α) أى احادى الطور ويستعمل فى الحياه العمليه سبائك البرونز لا يزيد نسبه القصدير بها من (١٠ : ١٢)% حيث ان البرونز الذى يحتوى على كميه أكبر من القصدير يكون قصيفا للغاية، وعند زيادة نسبه القصدير من (١٨ : ٢٠) % تزداد مقاومة الشد القصوى ،ويتميز البرونز القصديرى بقدره طيبه على السباكه حيث يستخدم فى صناعه المسبوكات المعقده الشكل.

البرونز الألمونيومى :

يحتوى البرونز الألمنيوم علـى ٩% المونيوم وهو عبـاره عن محلـول جامـد (∝) احادى الطور



(أ)

(ب)

شكل (٤ – ٤)

والشكل (٤ ـ ٤ أ ، ب) يوضح سبائك النحاس- الالونيوم

اما البرونز الذى يحتوى على نسبه أكبر من الآلمونيوم

فأنه يتكون من خليط للطورين (∝ + δ)

وعند زيادة نسبه الألمونيوم الى ١٠ % يحدث زياده مقاومة الشد القصوى ويمكن تشكيل سبائك البرونـز التـى تحتـوى علـى (٦ : ٨) % المونيوم بـأن تشكل امـا علـى البـارد او الساخن (تشكيل لدن) والبرونز الالمونيومي يقاوم الصدأ ويؤدى الحديد المضـاف الـى البرونـز الالمونيـومى الـى تقصـيف بنيتـه وتحسـين خواصــه الميكانيكيـة العاليـه ويمتـاز البرونز الالمونيومى بمقاومته للبرى لذلك تصنع منه العملات المعدنيه

البرونز السليكونى :

يتفوق البرونز السليلكونى على البرونز القصديرى من حيث الخواص الميكانيكيه للبرونز كما انه أرخص ثمنا ، ويمتاز بصمود مرتفع ضد الصدأ ويستخدم فى الصناعه بكثره لارتفاع لدونته ويقاوم الصدمات .

البرونز البيريليومى :

وهو يحتوى على ٢٠ % بريليوم وهذه السبيكه من البرونز البيربيلومى تزداد خواصها الميكانيكية بشكل واضح نتيجة لإجراء المعاملات الحرارية عليه وهى قابلة للتعتيق، ونتيجة لذلك تجرى عليه بعض المعاملات الحراريه لتحسين خواصه الميكانيكية وذلك لإستخدامه فى صناعة السوست فى الأجهزه الكهربيه وكذلك صناعة الأنابيب الخاصة بأجهزة وتنظيم الضغط .

البرونز الرصاصى :

يحتوى الرونز الرصاصى على ٣٠ % رصاص، والرصاص والنحاس لا يذوبان احدهما فى الأخر تقريبا فى الحاله المتجمده .

لهذا فإن بنية البرونز الرصاصى تتكون من بلورات النحاس الأكثر صلادة والرصاص الأكثر ليونة -ولها مقاومة عالية للآحتكاك، كما يتميز البرونز الرصاصى بتوصيله حرارية مرتفعة ، وخواصه الميكانيكية منخفضة ويستخدم البرونز الرصاصى فى صناعة لقم كراسى التحميل التى تعمل بسرعات مرتفعه وتحت تأثير ضغوط عاليه .

سبائك النحاس مع النيكل : وهى نوعين من السبائك هما :

١ - سبيكه الكونتسانتان :

وتحتوى على ٦٠ % نحاس ، ٤٠ % نيكل وتتسم هذه السبيكة بمقاومتها النوعيه الكبيرة للكهرباء دون التأثير بشكل ملحوظ بدرجات الحرارة ولذلك تستخدم فى صناعة المقاومات الكهربية والإزدوجات الحرارية٠

٢ - سبيكه الفضه الألمانيه :

وهى تحتوى على (٢٥ : ٥٠)% نحاس ، (٥ : ٣٥)% نيكل (١٠ : ٣٥)% زنك ولا تحتوى على الفضة، ولهذه السبيكة مظهر جذاب فضى ومقاومة عالية للتأكل الكيمائى .

وتستخدم كطبقه أساسيه للطلاء فى صناعة الأدوات المنزلية وبعض انواع المجوهرات .

٤ ـ ٢ الألومونيوم وسبائكه :

الألومنيوم خفيف الوزن وذو جودة توصيل للكهرباء عالية ومن أهم خصائصه الطبيعية وزنه النوعي ٢.٧ ،ودرجة الإنصهار ٦٥٩.٧° م ويصل معامل التمدد الطولى ٢٤ × ١٠$^{-٦}$ مم / مم°م ، ويعتبر الألمونيوم من الفلزات الحديثه فى إستخلاصها حيث أنه أصبح أكثر إستخداماً فى الصناعة حتى أنه أصبح ينافس أهم الفلزات الأخرى مثل الحديد والنحاس .

ويستخلص الألمونيوم من خام البوكسيت ، حيث يسحق الخام ثم يبلل بالصودا الكاويه مكوناً صوديوم الومينا التى تفصل بالترشيح ثم تحول الى هيدرات الألمونيوم بالترسيب ثم تحول أكسيد بعمليه الكلسنة الذى يختزل بالترسيب الكهربى للمحلول المنصهر عند ١٠٠٠° م.

والألومنيوم شديد الإتحاد بالأكسجين مكوناً أكسيد الألمونيوم فى درجات الحراره العاديه مما يجعله صعباً فى لحامة بالطرق العاديه ، علماً بأن هذا الأكسيد الموجود على السطح يحمى الفلز تحته من أى أكسده أخرى حيث يمكن مضاعفة سمك طبقة الأكسيد بإستخدام عملية الأنودة لمضاعفة مقاومة الألمونيوم للصدأ والشراهة إتحاد الألمونيوم بالأكسجين كوسيط اللحام بطريقه الثرمايت .

ويستخدم الآلومونيوم النقى فى صناعة عواكس الحراره والضوء لإرتفاع خواصية العاكسه وإحتفاطه بها لعمر طويل .

ويمتاز الألمونيوم النقى بجودته للتوصيل وللكهرباء حيث يستخدم فى صناعة الكابلات الكهربية وكذلك نظزاً لجودته التوصيل للحراره فأنه يستخدم فى صناعة أوانى الطبخ المنزلية وصناعة المبادلات الحرارية .

سبائك الألمونيوم :

تضاف العناصر الأخرى للآلمونيوم لعمل سبائك منه بغرض تحسين الخواص الميكانيكيه له مثل خواص الشد والصلادة والتشغيل أو السيوله لتحسين خواص السبك ، ومن أهم المشاكل التى تتعرض لها صناعة سبائك الألمونيوم هى شراهة إذابة الألمونيوم للهيدروجين إذا تعرض له عند الصهر ٠

ونظراً لأن نسبة الهيدروجين المذاب تقل بالتبريد حتى درجة حرارة الغرفه فإن إنفصال الهيدروجين يؤدى لتكوين بخبخة دقيقه فى السبيكه أى تصبح مساميه ويمكن تفادى ذلك بإضافة مواد تختزل الهيدروجين أو إمرار غاز النيتروجين أو بعض المركبات العضوية مثل (هكساكلورو ايثان) .

أهم سبائك الألمونيوم :

(١) سبائك الماغنيسوم والسيليكون (٢) سبائك النحاس والماغنسيوم

(٣) السبائك المركبه . (٤) سبائك غيرلدنه

مقاومة الألمونيوم وسبائكه للتأكل الكيميائى :-

عرفنا أن الألمونيوم قوة صلادته منخفضه ولا يقاوم محاليل الأحماض والقواعد والأملاح بدرجة كبيرة ولعلاج ذلك يمكن عمل سبائك للآلمونيوم مناسبة أو بالمعالجة السطحية .

ونتيجة لشراهة الألمونيوم بالإتحاد مع أكسجين الجو وتكوين طبقة سطحية علية من أكسيد الألمونيوم التى تعمل على حماية الفلز من العوامل الجوية .

ويمكن تكوين هذه الطبقه بتخانات تصل الى ٠.٠٣ مم بمعاملة حرارية خاصة تسمى (عملية الأنودة) وتتم هذه العملية بأن تعلق الأجزاء المطلوب أنودتها فى محلول من حمض الكبريتيك وحمض الكروميك أو حمض الكبريتيك فقط ثم بمرور تيار كهربى خلال المحلول فيتحلل الوسط ويخرج الأكسجين متحداً مع الألمونيوم ويكسوه بطبقة صلدة قوية وهذه الطبقة تزيد من مقاومة السطح للتأكل والنقر، فطبيعة وخواص هذه الطبقه تعتمد على الأسلوب الفنى المتبع فى عملية الأنودة .

أو يمكن تكوين طبقه رقيقه شفافه لها صلادة عالية أو تكوين طبقه ألين ولكن لها قدرة كبيرة على مقاومة التآكل وهذه الطبقه لها القدره على إمتصاص الصبغات المختلفة التى تعطى للآلمونيوم الوان جذابة ،

كما يمكن أن تمتص هذه الطبقه الشحومات والشمع ، وبذلك تغلق المسام التى يمكن أن توجد على السطح فتزيد من مقاومته للتآكل ، وتتصف هذه السبائك بجانب سيولتها عند الإنصهار بإنخفاض مقدار إنكماشها عند التجمد الذى يساعد على إنتاج مسبوكات بالاسطمبات دقيقه الآبعاد وهى مناسبه لصناعة أجزاء كثيرة من السيارات والطائرات.

أنواع السبائك تبعا لقابلية التقسية بالنعالجة الحرارية

أولا : سبائك الألمونيوم التى تستجيب للمعالجات الحراريه :

١ ـ سبائك (الألمونيوم ـ الماغنيسوم والسيلكون)

وهى تحتوى على أضافات محدودة من الماغنسيوم والسليكون بقصد تكوين المركب المعدنى (Mg_2- Si) الذى يمكن إذابته بالتسخين عند درجة ١٢٠ °م والإحتفاظ بالذوبان وتقسيتها فى الماء الى درجة حرارة الجو ثم معالجتها بالتعتيق صناعياً بالتسخين بين درجة حرارة ١٦٠ : ١٨٠ ° م لصعوبة تصلدها بالزمن فى درجة حراره الجو وتحتوى هذه السبائك على

(٠.٨ % ماغنسيوم + ٠.٨% سيليكون + ٠.٥% منجنيز) والباقى الومنيوم .

٢ ـ (سبائك الألمونيوم ـ النحاس والماغنسيوم) ـ (سبائك الديورالمين)

تعتبر أشهر سبائك الألمونيوم والتى تسمى السبيكه الديورالمين والتى تحتوى على (٤ % نحاس + ٠.٥ % منجنيز+ ٠٥. % ماغنسيوم + ٠.٥ % حديد + ٠.٥ % سيليكون) والباقى الومنيوم وهذه السبائك تعتبر قصفه بعد سبكها ولكن بتشكيلها على الساخن بين ٤٠٠ : ٤٧٠ °م يمكن إستعادة الكثير من اللدونه، نظراً لتحطيم المركبات الصلدة ، ولتقسيتها بالترسيب (التعتيق) تسخن الى ٥٠٠ °م ثم تسقيتها فى الماء ويمكن أن تكتسب السبيكه صلادتها إذا تركت فى درجة حراره الجو لمدة من (٤ : ٥) أيام ويكن التعجيل بالتصليد صناعياً بالتسخين من (١٠٠ : ١٥٠)° م لفترة تتراوح من (١.٥ : ٢) ساعه .

وهذه السبائك شائعة الإستخدام فى صناعة الواح الطائرات وبعض أجزاء السيارات.

ثانيا : السبائك التى لا تستجيب للمعالجات الحرارية :

(١) مثل سبائك (الألمونيوم ـ ماغنسيوم) يضاف لسبائك الألمونيوم ـ الماغنسيوم بنسبة من (٠.٧٥ : ٧.٥)% والسيليكون بنسبة (٠.٧٥ : ١٠) % والمنجنيز من (٠.١ : ١) % والحديد من (٠.٦ : ٠.٧٥) % وفى كل الحالات يضاف النحاس بنسبة ٠.١٥ % وقد يضاف الكروم ٠.٥% والتيتانيوم ٠.٢ % وهذه السبائك تتميز بتحسين

ملحوظ في خواصها الميكانيكيه وخاصة بعد تشكيلها على البارد ويحدث بها التصلد الى الدرجة المطلوبه على البارد وهى مقاومة للصدأ .

(٢) سبائك المسبوكات [سبائك الألمونيوم الخاصة بالمسبوكات]:

وتستخدم هذه المجموعة من السبائك فى الأغراض العامه كمسبوكات قوالب الرمل أو السباكه بالأسطمبات ، وتتميز بالسيوله عند الإنصهار ومقاومتها للصدأ بالرغم من إنخفاض خواص اللدونه ، وأهم الإضافات للآلمونيوم فى هذه المجموعة هى السيليكون ويضاف بنسبة (٩ : ١٥) % كما يضاف اليها كميه ضئيله من النحاس والنيكل لتسهيل عملية السباكه بالأسطمبات ، كما يمكن الحصول على سبائك ذات حبيبات دقيقه نسبياً بإضافة نحو ٠.٠١ % صوديوم للسبيكه المنصهرة قبل الصب لتأخير ترسيب السيليكون وبالتالى يمنع تكون بلورات أوليه كبيرة الحجم من السيليكون .

وعموماً فإن سبائك الألمونيوم مع السيليكون تقاوم الصدأ بشكل جيد فى الوسط الجوى الرطب وفى ماء البحر ، كما أنها تشكل بالقطع بشكل مقبول وتلحم باللحام الغازى وبالقوس الكهربى بغاز الأرجون .

٤ ـ ٣ السبائك شائعة الإستخدام

٤ ـ ٣ ـ ١ سبائك الرصاص للأغراض الخاصة .

لرصاص لونه رمادى يميل الى الزرقه وله لمعان معدنى قوى وينصهر الرصاص عند ٣٢٧° م.

وتستخدم سبيكة الرصاص والقصدير والكاوميوم لتكوين سبائك تنصهر بسهوله (١٧٥ : ٢٤٥ °م) ،ويمكن إضافة الأنديوم لخفض درجة الإنصهار حتى ٤٧ °م ويستخدم معدن سبائك الرصاص لصنع المصهرات لحماية الدوائر الكهربية عند إزدياد الإحمال عن الحد المسموح به ويستخدم أيضاً كبديل للشمع فى حالة السباكه الدقيقه .

ويعتبر الرصاص كأساس للسبيكه المستخدمة لحروف الطباعة بعض إضافة الأنتيمون (٩.٥ : ١٢) % والقصدير بنسبة (١ : ٤) % .

وتترواح إنصهار هذه السبيكه من (٢٤٥ : ٣٢٥) ° م .

ويستخدم على نطاق واسع سبائك الرصاص التجارى المقاومة للصدأ مع الأنتيمون والقصدير والنحاس والكادميوم والكالسيوم والزرنيخ لتبطين الخزانات والأحواض والمجارى ، ولصناعة الأغطية المقاومة للصدأ الخاصه بالكابلات الكهربية وشبكات المركم .

٤ ـ ٣ ـ ٢ سبائك القصدير والرصاص والزنك المقاومة للآحتكاك : .

تستخدم هذه السبائك في التطبيقات المقاومة للإحتكاك والتى تتعرض فيها الأجزاء لإرتفاع نسبى فى الحرارة والتآكل بالنحر ،لذلك فمن الواجب فى هذه السبائك توافر الشروط التاليه :

١ ـ الصلاده الكافيه والغير مرتفعة جداً حتى لا يحدث بلى شديد بها .

٢ ـ يجب أن تحتفظ بالشحم على سطحها .

٣ ـ التشكيل بسهولة تحت تأثير الإجهادات المحلية (لدنه).

٤ ـ يجب أن يكون معامل الإحتكاك من كرسى المحور والعمود منخفضاً ويراعى إختيار السبيكة بحيث تحتوى على الأقل على صنف واحد ينصهر عند درجة حرارة منخفضة ، حيث أن ذلك يمنع الإلتحام الموضعى أو البرى بين اللقمة ومحور العمود ، كما يجب أن تتمتع هذه السباك بموصلية حرارية جيده وأن تقاوم الصدأ .

ويختلف تركيب سبائك لقم كراسى المحاور إختلافاًً كبيراً ويتوقف على ظروف العمل مثل سرعة الدوران والضغوط التى تتعرض لها ودرجات الحراره .

٤ ـ ٣ ـ ٣ السبائك البيضاء .

وهذه السبائك تنقسم الى نوعين وهما : ـ

١ ـ سبائك واساسها الرصاص وتسمى سبيكه ماجنوليا .

٢ ـ سبائك أساسها القصدير وتسمى سبيكه بابيت وفى كلا الحالتين يكون الرصاص والقصدير بمثابة الأرضية اللدنه يضاف الأنيتمون فى حدود ١٠ % حيث يتحد مع الرصاص الذى يكون السطح الصلد بينما تكون الطبقات الداخليه لدنه .

ويمكن إضافة نسبة ضئيله من النحاس ٣ % الى السبائك التى أساسها القصدير جيدة يتكون المركب فى صورة إبر متشابكة تسند المكعبات السطحية من مركب الرصاص والأنيتمون لمنع إنزلاقها .

يمكن إضافة الرصاص لسبيكة بابيت بنسب ضئيلة بقصد خفض تكاليفها ولكن مقاومتها للضغط تكون أقل من تلك التى تخلو من الرصاص .

ويستخدم هذا النوع فى الكراسى التى تتعرض لضغوط خفيفه .

وأما النوع الثانى فيستخدم فى الحالات التى تتعرض لضغوط مرتفعه نسبيأ وقد يضاف اليها الزنك (١٠ %) فى بعض الحالات لتحسين مقاومة الضغط .

وفى حالة كراسى أعمدة المرفق فى محركات الديزل تصنع اللقمة من الصلب وتغطى بطبقة سبيكه من النحاس والرصاص بسمك ٠.٠٥ مم . ثم يتم التبطين بالسبيكه الرئيسية الأنيتمون مع الرصاص أو القصدير وتعرف هذه الأنواع باللقم ثلاثية الطبقات .

<u>٤ ـ ٣ ـ ٤ سبائك البرونز وسبائك الألمونيوم لكراسى المحاور</u>

<u>(أ) سبائك البرونز .</u>

يدخل القصدير فى تركيب هذه السبائك بنسبه تتروح من (٥ : ٢٠) % وقد يحل الرصاص محل القصدير ، ويدخل معه بنسبة متفاوته من (٣.٥ : ٣٠)% ، وفى بعض الأنواع يضاف الفسفور فى حدود (٠.٥ : ١) % الذى يكون بدورة مركبات الفوسفيد الصلدة على أرض طرية من صنف السبيكه الغنى بالقصدير ، وتعتبر السبائك المحتوية على ٢٠ % قصدير أكثرها شيوعأ .

ويضاف الرصاص فى الحالات التى تستخدم فيها اللقم الصلبة فى تزييتها والتى يصعب التحكم فى محوريها تحكماً دقيقاً .

يوجد أيضاً سبائك اللقم التى تحتوى على (٢٥ : ٣٠) % رصاص ، ١ % قصدير + نحاس (الباقى) وقد يستبدل القصدير بالأنديوم حيث ترتفع قابلية توصيل السبيكة للحرارة الأمر الذى يفيد الأستخدام عند سرعات عالية كما فى (الطائرات والسيارات) .

<u>تابع سبائك البرونز :</u>

وهناك لقم الكراسى ذات التزييت الذاتى والتى تؤدي دورها فى اللحظات التى يتوقف فيها التزييت أو فى حالات بدء وإنتهاء الحركه فى كل المحركات حيث تكون مضخات الزيت لا تعمل (متوقفة).

وتشكل هذه اللقم من خلط مساحيق النحاس والرصاص والجرافيت ثم تضغط فى قوالب بشكل اللقمه وتخبز تحت الضغط .

والجدول رقم (٤ - ١) الخواص الميكانيكية ومجال إستخدام أنواع البرونز القصديرى .

جدول (٤ – ١)

رمز البرونز*	حالة البرونز	مقاومة الشد القصوى ، كغ ق /مم٢	الاستطالة ، ٪	مجال الاستخدام
		برونز للسباكة المعقدة		
bpoμCH3-7-5-1	السباكة فى الرمل	١٨	٨	الهياكل التى تعمل فى الماء العذب . الجلب والمحامل . هذا البرونز يتمتع بمقاومة الاحتكاك والصدأ .
bpoμC5-5-5	السباكة فى قوالب معدنية مستديمة	٢١	٥	نفس الشىء
	السباكة فى الرمل	١٥	٦	الجلب والمحامل والأجزاء الأخرى التى تعمل فى ظروف الاحتكاك
	السباكة فى قوالب معدنية مستديمة	١٨	٤	نفس الشىء
		برونز قابل للتشكيل اللدن		
bpoø6-5-0-15	بعد التلدين	٣٥ - ٤٥	٦٠ - ٧٠	الشراح والشرائط . أسلاك النوابض
	بعد التشكيل على البارد	٧٠ - ٨٠	٧,٥ - ١٢	التروس والجلب
bpoμ4-3	بعد التلدين	٣٥	٤٠	النوابض الموصلة للتيار فى السكنات والأجهزة الكهربائية الخاصة بالصناعة الكيميائية
	بعد التشكيل على البارد	٥٥٠	٤	نفس الشىء

والجـدول رقـم (٤ ـ ٢) الخـواص الميكانيكيـه ومجـال إسـتخدام البرونـز الألمونيـومى والسليكونى والبيريليومى .

جدول (٤- ٢)

رمز البرونز	حالة البرونز	مقاومة الشد القصوى ، كغ ق /مم٢	الاستطالة	مجال الاستخدام
	البرونز الألومنيومى			
BpA5	بعد الدرفلة والتلدين	٣٨	٦٥	شرائح ، شرائط (نوابض ، أغشية المنفاخ)
	بعد التشكيل على البارد	٧٥	٥	نفس الشيء
BpA K9-4	السباكة فى الرمل	٤٠	١٠	أسياخ ، مطروقات ومسبوكات معقدة .
	السباكة فى قوالب معدنية مستديمة	٥٠	١٢	نفس الشيء
	أسياخ مشكلة بالبثق	٥٥	١٥	نفس الشيء
	السباكة فى قوالب معدنية مستديمة	٦٠	٦	أسياخ ، مواسير ، مصروقات ، مسبوكات معقدة
	بعد التشكيل والتلدين	٤٥ - ٥٥	٣٥ - ٤٥	نفس الشيء
	بعد التشكيل على البارد	٧٥ - ٨٣	٩ - ١٥	نفس الشيء
	البرونز السليكونى			
bpKMu3-1	بعد الدرفلة والتلدين	٣٨	٤٥	شرائط ، أسلاك ، أسياخ (النوابض التى تعمل فى أوساط عدوانية)
	بعد التشكيل على البارد	٧٠	٧	الخزانات المحلومية فى الصناعات الغذائية
	البرونز البيريليومى			
bpb2	بعد الدرفلة والتلدين	٤٠ - ٦٠	٤٠ - ٥٠	الأجزاء الهامة فى وحدات الاحتكاك التى تعمل بسرعات مرتفعة ، وتحت
	بعد التشكيل على البارد	٦٠ - ٩٥	٢ - ٤	تأثير ضغوط نوعية عالية ودرجات حرارة مرتفعة ، والملامسات النوابضية .
	بعد التسقية والتعتيق	١٣٠ - ١٣٥	١,٥	نفس الشيء

سبائك الألمونيوم لكراسى المحاور:

تستخدم سبائك الألمونيوم عند الحاجه الى خواص عالية لمقاومة البرى ، ومن أهم عيوبها الصلاده الزائدة التى تحتم إستخدام محاورذات صلادة مرتفعة منعأ لعملية التآكل السريعه بعملية النحر ٠

ونظر لإرتفاع معامل التمدد لسبيكة الألمونيوم والتى تحتوى على (٦ % قصدير ، ١ % نحاس ، ١ % نيكل) فإن هذه السبيكه يمكن أن تعمل فى وجود خلوص كبير بينها وبين الأسطح المحتكه بها .

ويوجد أنواع أخرى من سبائك الألمونيوم والتى ترتفع فيها نسبة القصدير حتى ٢٠ % مع إضافة نسب ضئيله من النحاس والحديد والسيليكون والمنجنيز حيث تتميز بمقاومة عالية لإجهاد الضغط الواقع على الكراسى وذلك بعد معالجتها بالدرفلة على البارد لإعادة تبلورها .

وعموماً فإن هذه السبائك تستخدم فى ظروف الضغط ودرجة الحراره المرتفعة وتكون هذه السبيكه بها مسامية تعتمد على ضغط التشكيل ، وعند الغمس اللقمة فى الزيت تمتلئ مسامها بالزيت ، وعند دوران المحور على اللقمه يحدث إرتفاع طفيف لدرجة الحرارة ويخرج الزيت من المسام لحين وصول الزيت الرئيسى من المضخات ويدخل الجرافيت فى هذه اللقم لما له من صفات تزييت طيبة حيث يعتبر أهم مواد التزييت الصلبة .

سبائك اللحام القصديرية الرصاصية :

تستخدم السبائك القصديرية على نطاق واسع كسبائك اللحام بالمونه ، لأنها لا تنصهر عند درجة حرارة منخفضه ، وتبلل بشكل جيد الأسطح المعدنيه ، ولأن لدونتها مرتفعه ولزيادة متانة سبائك اللحام القصديرية الرصاصيه يضاف اليها الأنتيمون .

وإذا زاد محتوى الأنتيمون عن ١ % فإنه يقلل أيضاً من لدونه سبائك اللحام ومتانتها الصدمية ، وتؤدى بعض الشوائب مثل الزرنيخ والزنك والكادميوم والألمونيوم الى تقليل جودة وصلة اللحام ومقاومتها للصدأ .

والجدول رقم (٤ - ٣) يوضح حالات إستخدام بعض سبائك اللحام القصديرية الرصاصيه الشائعه الإستخدام .

والجدول رقم (٤ - ٤) يوضح التركيب الكيمائى لبعض سبائك اللحام القصديريه الرصاصيه ومجالات إستخدامها .

والجدول رقم (٤ – ٣) يوضح حالات إستخدام بعض سبائك اللحام القصديرية الرصاصية شائعة الأستعمال :

جدول رقم (٤-٣)

التركيب		
تصدير	أنتيمون	مجالات الاستخدام
(١)		سبائك لحام خالية من الانتيمون
٦٠ - ٦٢	١,٥ - ٢ نحاس	أغطية الكبلات وصناعة الأجهزة الكهربائية
		سبائك اللحام قليلة الانتيمون
٦٠ - ٦٢	,٥	الأجهزة الكهربائية
٣٩ - ٤١	,٥	ملفات الأجهزة الكهربائية
		سبائك اللحام الحاوية على الأنتيمون
٦٤ - ٩٦	٤ - ٥	خطوط المواسير عند درجة حرارة مرتفعة
٧ - ٨	٢ - ٣	المصابيح الكهربائية
١٧ - ١٨	٢	اللحام بالسبائك (المونة) فى صناعة السيارات .

كما يوضح الجدول رقم(٤-٤) التركيب الكيمائى لبعض سبائك اللحام القصديرية الرصاصية ومجالات إستخدامها .

رمز سبيكة اللحام	التركيب ، %		مجال الاستخدام
	قصدير	انتيمون	
			سبائك لحام خالية من الأنتيمون
IIOC90	٨٩ - ٩١	أقل من ١٥ ,	أوعية للأغذية
IIOC61	٦٠ - ٦٢	أقل من ٠,٨	أجهزة الراديوم والكهرباء
IIOC40	٣٩ - ٤١	أقل من ٠,٨	المشعات (رادياتير) وأجهزة الراديو والكهرباء
IIOCIM	٦٠ - ٦٢	١,٥ - ٢ نحاس	أغطية الكبلات وصناعة الأجهزة الكهربائية .
			سبائك اللحام قليلة الأنتيون
IIOCCY61-0-5	٦٠ - ٦٢	٠,٥	الأجهزة الكهربائية
IIOCCY61-0-5	٣٩ - ٤١	٠,٥	ملفات الأجهزة الكهربائية
			سبائك اللحام الحاوية على الأنتيمون
	٩٤ - ٩٦	٤ - ٥	خطوط المواسير ، العاملة عند درجات حرارة مرتفعة فى الصناعات الكهربائية .
	٧ - ٨	٢ - ٣	المصابيح الكهربائية
	١٧ - ١٨	٢	اللحام بالسبائك (الموه) فى صناعة السيارات .

أسئله ومراجعة على الباب الرابع

س ١ : أشـرح بالتفصـيل مـدى تـأثير الشـوائب علـى شـدة التوصـيل النحـاس للكهربـاء .؟

س ٢ : ما هو تركيب النحاس الأصفر مع ذكر إستخداماته الشائعه .

س ٣ : أذكر مكونات وإستعمالات كل من البرونز القصديرى والألمونيومى والبريليومي ؟

س ٤ : أشرح أهمية إضافة النيكل الى النحاس مع ذكر العيوب التى قد تحدث .

س ٥ : ما هي إستخدامات الألمونيوم وما هى أهم سبائكه .

س ٦: ما هى سبائك الألمونيوم القابله للتشكيل والتصليد بالمعاملة الحرارية ، وما الفرق بينها وبين السبائك التى لا تتصلد بالمعاملة الحراريه ؟

س ٧ : أشرح مكونات سببيكه الديورالمين موضحاً إستخداماتها الشائعه ؟

س ٨ : تكلم بالتفصيل عن أهم السبائك الشائعه الأستعمال وخصوصا فى تصنيع لقم كراسى المحاور .

س ٩ : أذكر إستخدامات سبائك اللحام القصديرية الرصاصية ؟

الباب الخامس

تكنولوجيا المساحيق

٥ ـ ١ : أنواع منتجات تكنولوجيا المساحيق.

٥ـ ٢ : التـلـبـيــد.

٥ـ ٣ : الطرق المختلفة لتحضير مساحيق المعادن بالطرق الكيميائية.

٥ ـ ٤ : مواد التصنيع الملبدة.

٥ـ ٥ : مجالات استخدام منتجات تكنولوجيا المساحيق.

الباب الخامس : تكنولوجيا المساحيق

٥ ـ ١ أنواع منتجات تكنولوجيا المساحيق

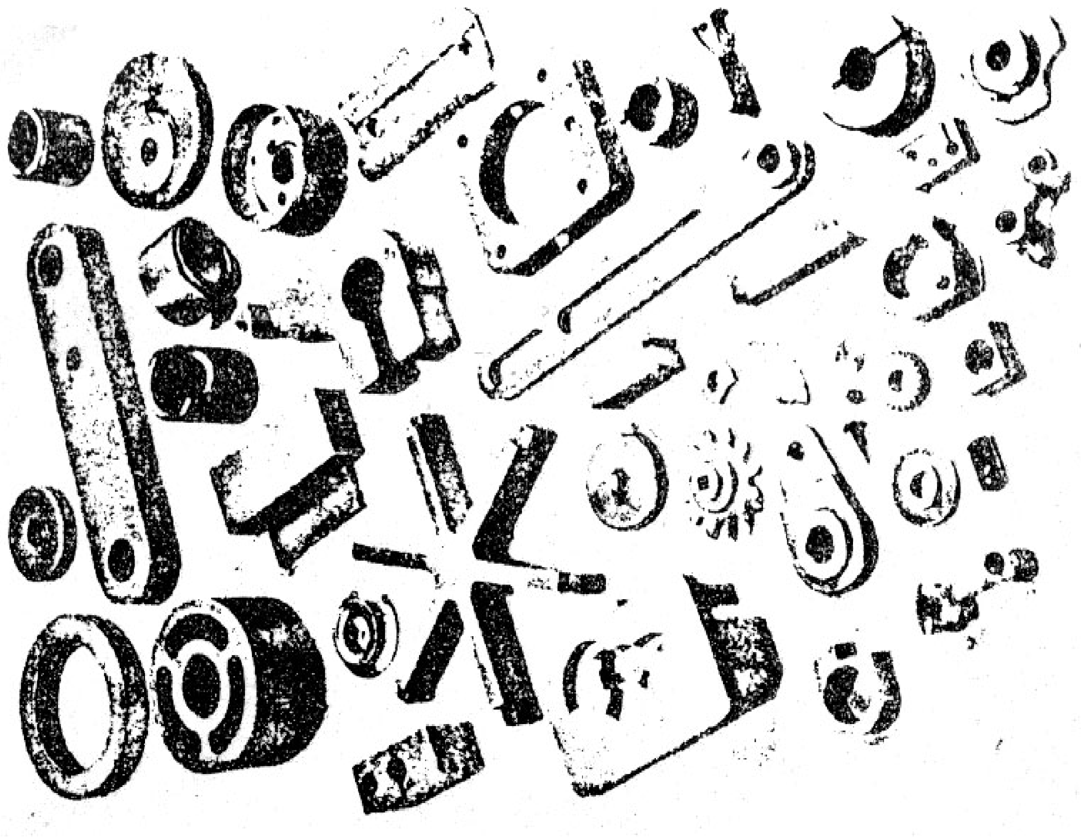
استخدمت تكنولوجيا المساحيق لإنتاج سبائك ملبدة من التنجستن المستخدمة فى إنتاج أسلاك لمبات الإضاءه الكهربية ويمكن تقسيم منتجات تكنولوجيا المساحيق الى نوعين أساسين هما :

١ ـ خامات كثيفه حيث تنخفض مساميتها الى أقل ما يمكن .

٢ ـ خامات مساميه كالمستخدمه فى صناعة كراسى المحاور فإذا تعرض المسحوق الى ضغط مرتفع بدرجه كافية فإنه يمكن أن يحدث درجه من التماسك بين الجزئيات حتى درجة حرارة الجو وتنتج كتله متماسكه .

تستخدم تكنولوجيا المساحيق فى إنتاج العوازل المغناطيسيه .

وكذلك أعداد السبائك الصلده عن طريق التشريب عند درجة الحراره العالية.



الشكل (٥ ـ ١) يوضح بعض العينات المنتجه بواسطة مينالورجيا المساحيق والتلبيد

٥ ـ ٢ التـلبـيد

هو معالجة حراريه للمشغولات النصف مصنعه ، ويتم بكبس مساحيق المعادن او مساحيق أكاسيدها أو كربيداتها ، تحت درجة حراره عاليه (مناسبه)

وحيث يعرض المنتج المدمج الى درجة حراره عاليه قريبة من درجه إنصهار المعدن إذا كان المعدن مكون من معدن واحد ، وفى هذه الدرجه العاليه تترابط حبيبات المسحوق وتتكون منها كتله متماسكه ، وعادة تجرى عملية التلبيد فى جو من غاز وقائى مثل الهيدروجين ، وإذا كان المسحوق يتكون من عدة معادن فيجب أن يختار درجة حرارة التلبيد قريبه من درجة إنصهار المعدن الأقل إنصهاراً ، بالإضافه الى عمليتى الكبس والتلبيد فإنه توجد عدة عمليات أخرى مساعدة مثل التشطيب والتشغيل والتشكيل والتلبيد المتقدم .

ويجرى التلبيد عاده فى فرن حتى يتحاشى حدوث الأكسده سواء بالعمل فى جو من الغازات الخاملة أو فى جو مفرغ . ويتراوح زمن التلبيد من ٣٠ : ١٥٠ دقيقه ، وبعد التلبيد تجرى إعاده تشكيل المشغولات دون قطع فى عدة ضبط خاصة مما يزيد من إستقرار مقاسات الشغله وحسن جودة أسطحها .

<u>المراحل الأساسيه للحصول على المساحيق المعدنية هى : ـ</u>

١. الحصول على مسحوق المعادن بدرجة نقاء مناسبة
٢. تعريض المسحوق الى ضغط كاف لأحداث الإلتصاق بين الجزئيات .
٣. تلبيد الكتل المضغوطه عند درجة حرارة عالية بدرجه تكفى لإنتشار ونمو الحبيبات .
٤. تشطيب وتحجيم وفحص المعادن الناتجه .

٥ ـ ٣ ـ الطرق المختلفة لتحضير مساحيق المعادن بالطرق الكيميائية :

تتضمن الطرق الكيميائية للحصول على المساحيق المعدنيه طرق مختلفة أهمها :

١ ـ التحليل الكهربائى: ٢ ـ الكربونيلية ٣ ـ الأدرجه ٤ ـ إختزال الأكاسيد.

الطرق الكيميائية للحصول على المساحيق

تشمل الطرق الكيميائية للحصول على المساحيق المعدنية طرق الأختزال لأكاسيد المعادن النقية ومركبات المعادن وإزالة الكربون كما هو متبع فى تحبيب الزهر والإختزال بالمعادن ٠٠ الخ ٠

وتعتبر طريقة إختزال الأكاسيد للحصول على المساحيق المعدنية من أكثر الطرق شيوعاً إلى جانب غزارة إنتاجيتها وكونها من الطرق الإقتصادية ويمكن القول بأن معظم المساحيق المعدنية المنتجة عن طريق إختزال الأكاسيد رخيصة الثمن وذلك نتيجة لإمكانية إستعمال خامات المعادن مباشرة وكذلك فضلات الصناعات المعدنية مثل القشور المتخلفه على الصفائح فى عملية الجلفنة وغير ذلك وقد أدى هذا الى انتشار استعمال هذه الطريقه فى تحضير كثير من مساحيق المعادن مثل الحديد والنحاس والتنجستين (الولفرام) والموليبدنوم وغيرها ٠

ويتم إختزال المعادن من الأكاسيد بواسطة المختزلات الصلبة اوالغازية ويعتبر الأيدروجين وأول أكسيد الكربون وغازات أخرى مختلفه مثل النشادر المتفككة (عبارة عن نيتروجين وايدروجين بنسبة ١ : ٣ بالحجم) من الغازات المختزلة النشطة ، ومن المختزلات الصلبة الكربون والمعادن التى لها تحالف كيميائى كبير مع الأكسجين مثل الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم ٠٠ الخ وتسمى عملية الإختزال عن طريق إحلال معدن له تحالف أكبر مع الأكسجين محل الآخر "بعملية الأختزال بالمعادن " ٠

والعوامل الآتيه تحدد إستعمال مختزل أو اخر :

١. يجب الا يتكون نتيجة الأختزال اتحاد كيميائى او محلول صلب وذلك حتى تحصل على المعدن بدرجة نقاوة عالية ٠
٢. يجب أن تكون عملية الأختزال إقتصادية وإنتاجيتها عالية ٠

لذلك يجب الأخذ بنظر الأعتبار عند إختيار عامل الأختزال : ثمن عامل الأختزال والمعدن المختزل ودرجة الأستخراج وجودة المسحوق المستخرج ٠٠ الخ

ومن بين المختزلات يحتل الكربون مكانة خاصة وذلك لرخص ثمنه وسهولة عملية الأختزال ومن عيوبه إستحالة أو صعوبة إزالة الكربون من بعض المعادن مما يحد إستعمال الكربون والمختزلات المحتوية على الكربون فى الصناعة للحصول على المساحيق المعدنية ، وينتشر الكربون كعامل مختزل للحصول على مساحيق الحديد والتنجستن والنيوبيوم وبعض المعادن الأخرى إلى جانب إستعمالاته للحصول على الكربيدات بطرق مباشرة من الأكاسيد نتيجة لإتحاد الكربون مع المعدن ٠

ومن الملاحظ أن أكاسيد المعادن المختلفة تتناقض قابليتها للآختزال بترتيب تنازلى معين ، أن الأكاسيد السهلة الأختزال هى أكاسيد النحاس والنيكل والكوبلت والحديد والتنجستن والمليبدنوم اما الأكاسيد الصعبة الأختزال فهى أكاسيد الكروم والمنجنيز والفاناديوم والالومنيوم والمغنسيوم ٠ وقد يستلزم عند إختزال كثير من الأكاسيد أن يكون عامل الأختزال أقوى من الكربون ولكى تحصل على مساحيق خالية من شوائب الكربون مثل مساحيق الكوبلت والتنجستن والمليبدنوم ٠٠ الخ يستخدم الايدروجين كعامل مختزل، هذا ويعتبر الايدروجين من العوامل المختزلة الغالية الثمن بجانب قابليته للآنفجار ٠

ويتم أختزال أكاسيد المعادن بمساعدة تفاعلات ايكسوثرمية منتجة للحــــراره (بمعادن مختزلة) عندما يصعب او يستحيل الأختزال، بالكربون او الغازات المختزله لعدم جديتها عملياً أو عدم كفايتها ٠

وتعتبر طريقة الحصول على مساحيق المعادن بالأختزال من الطرق المرنة حيث أنها لا تتوقف على نوع عامل الأختزال وبذلك يمكن الحصول على دقائق أسفنجية للمسحوق على هيئة متعدد السطوح ، تكون سطوحة متطورة كثيرا ولها قابلية عالية للتكابس نظرا لمساميتها ، وعلى درجة حرارة الأختزال تعتمد ابعاد دقائق المسحوق المختزل فكلما قلت درجة حرارة الأختزال كلما تم الحصول على مسحوق تكون دقائقه أقل حجماً ٠

الحصول على مساحيق الحديد المختزلة :

يمكن الحصول على مساحيق الحديد بإختزال الخامات الغنية به مباشرة من المناجم والتى سبق تنقيتها من الشوائب الأخرى ، أو من قشور نقية من الصلب العادى غير السبائكى ٠

وقبل أختزال الخامات الحديدية او القشور تفتت اولا فى الطواحين ذات الكريات ثم تنخل الشحنة خلال مناخل ذات ثقوب من ١٠٠ إلى ١٥٠ ميكرون وقد تعرض المساحيق للفصل المغناطيسى لابعاد الشوائب غير المعدنية ويختزل المسحوق الناتج من العمليات السابقة اما بالايدروجين او بغاز المحولات او بالكربون ٠

ويستعمل الأيدروجين فى الأختزال اساساً للحصول على مساحيق حديديه دقيقة جداً وبدرجه عالية من النقاوة وهى تستعمل فى إنتاج المغناطيسيات وغير ذلك ، وتنتج أغلب مساحيق الحديد المستعملة فى الصناعة باختزال اكسيد الحديد بالكربون او بغاز المحولات الطبيعى (غاز الماء) ٠

وغاز المحولات يتكون من مخلوط أول أكسيد الكربون الذى تصل نسبته من ٢٢ الى ٢٣ % والايدروجين من ٧٥ الى ٧٦ % والباقى شوائب ويحضر غاز المحولات (غاز الماء) بواسطة تفاعل الغاز الطبيعى مع بخار الماء ٠

$$CH_4 + H_2O \dashrightarrow CO + H_2$$

ويتم الإختزال بغاز المحولات فى أفران إسطوانية مستمرة التشغيل ومسخنة بالغاز وتتم عملية الإختزال بواسطة الإختزال بمختزلات صلدة وغازية فى آن واحد. ويضاف إلى الشحنة حوالى ٩ % سناج وهو بمثابة مختزل صلب يؤدى الى تأثير إيجابى فى إستمرار عملية الإختزال فإضافة السناج الى الشحنة يزيد من تفاذية الغاز خلال عمود الفرن ويزيد المسامية ويعرقل تلبيد دقائق المسحوق المختزل .

وإلى جانب السناج يضاف إلى الشحنة مقدار ٩ % من بقايا كبيرة الحجم ناتجة عن صناعة مسحوق جاهز مختزل وهى تؤدى دور العامل الحافز لبدء عملية الإختزال وذلك نتيجة للتفاعل المشترك للحديد النقى مع المغنيتيت وتكوين اكسيد الحديد النشط ٠

تفرغ الشحنات بعد ذلك بكميات تتراوح بين ٤ ، ٥ كجم وعلى شكل طبقة سمكها يتراوح من ٥٠ إلى ٨٠ مم فى أوعية حديدية تدفع فى إتجاه مضاد لتيارمن غاز المحولات ويتراوح زمن الإختزال عادة من ٢ إلى ٣ ساعات عند درجة حرارة قدرها ١١٠٠°م ٠

بعد الإختزال يكون المسحوق ملبدأ على هيئة أسفنجية حيث يفتت إلى قطع صغيرة فى الطواحين المطرقية ، وإحياناً تتكرر عملية التفتيت فى الطواحين المطرقية والطواحين ذات الكريات وذلك لرفع الخواص التكنولوجية للمسحوق ٠

ويكون المسحوق الناتج عن عملية الإختزال لدنا ، له قابلية عالية للتكابس ويعتبر من أرخص المساحيق المستعملة فى صناعة ميتالورجيا المساحيق.

<u>الحصول على مساحيق المعادن المقاومة للصهر:</u>

يعتبرالتنجستن والموليبدنوم والتنتالوم والنيوبيوم والتيتانيوم وبعض المعادن الأخرى من أكثر المعادن مقاومة للصهر ٠

ويمكن الحصول على مساحيق التنجستن عن طريق إختزال أكسيد التنجستن اللامائى (WO_3) بواسطة الايدروجين والكربون ٠

ويتم إختزال أكسيد التنجستن بالايدروجين فى الأفران الأفقية الأسطوانية عن طريق الدفع المستمر للقوارب المملوءة لملاقاة تيار الأيدروجين ، وتتم عمليات إختزال أكسيد التنجستن على ثلاث خطوات بالنسبة لوجود ثلاثة أكاسيد للتنجستن ٠

$$4WO_3 + H_2 \longrightarrow W_4O_{11} + H_2O \qquad (1)$$

$$W_4O_{11} + 3H_2 \longrightarrow 4WO_2 + 3H_2O \qquad (2)$$

$$WO_2 + 2H_2 \longrightarrow W + 2H_2O \qquad (3)$$

وتتم هذه التفاعلات فى وقت واحد تقريباً ويلاحظ أنه عند تحول(WO_3) الى (WO_2) داخل الفرن يقل حجمه إلى النصف تقريباً ومعنى هذا ان الشحنة تقطع المسافة الباقية لتحويلها من(WO_2) الى تنجستن وهى نصف ممتلئة ، لذلك تتم العملية على مرحلتين لرفع إنتاجية الأفران ، وتتخلص المرحلتين فيما يلى :

<u>المرحلة الآولى</u> : وتتم فى أفران حيث يختزل ثالث أكسيد التنجستن (WO_3) الى ثانى اكسيد التنجستن (WO_2) وهو ما يسمى بالاكسيد البنى القاتم .

وتتم هذه المرحلة من الإختزال عند درجات حرارة تتراوح من ٥٠٠ الى ٧٠٠°م

المرحله الثانية : وتتم فى مجموعة أخرى من الأفران حيث يختزل ثانى أكسيد التنجستن (WO_2) الى التنجستن النقى ، وفى هذه المرحله تملأ الأوعية تماماً بالأكسيد البنى القاتم. ويتم الأختزال فى هذه المرحلة عند درجات حرارة أعلى من المرحلة الآولى وهى تتراوح من ٨٠٠ الى ٨٥٠ °م ٠

وعند الحصول على التنجستن المستعمل فى صناعة مساحيق كربيد التنجستن يتم إختزال الأكسيد بواسطة الكربون للحصول على مسحوق التنجستن ٠

تحضير مسحوق المولیبدنوم:

يمكن إختزال الموليبدنوم مثل التنجستن تماماً بواسطة الكربون او الأيدروجين وفى حالات تحضير موليبدنوم على درجة عالية من النقاوة تتم عملية الإختزال بواسطة الايدروجين فقط ٠

ويستعمل أكسيد الموليبدنوم اللامائى (MoO_3) النقى كمادة أولية لعملية الإختزال والتى تتم كما فى حالة التنجستن تماماً على عدة مراحل :

المرحلة الأولى : وفيها يتم إختزال ثالث أكسيد الموليبدنوم (MoO_3) الى ثانى اكسيد الموليبدنوم (MoO_2) وتجرى هذه المرحلة عند درجة حرارة قدرها ٥٥٠ °م ٠

المرحلة الثانية: وفيها يختزل ثانى أكسيد الموليبدنوم (MoO_2) الى الموليبدنوم وتتم عند درجة حرارة تتراوح من ٧٠٠ الى ٩٠٠ °م ٠

ونواتج المرحلة الثانية للإختزال هى عبارة عن مخلوط من الموليبدنوم مع ثانى أكسيد الموليبدنوم (MoO_2) الذى لم يتم إختزاله ، ولإتمام عملية الإختزال حتى النهاية تضاف مرحلة ثالثة للآختزال وفيها يتم إختزال ثانى اكسيد الموليبدنوم المتبقى

عند درجات حرارة تتراوح من ١٠٠٠ الى ١١٠٠ °م ويتم إمتلاء قوارب الإختزال قبل المرحلتين الثانية والثالثة ٠

وتختزل كثير من المعادن المقاومة للصهر والصعبة الإختزال مثل التيتانيوم والزركونيوم والتنتالم ٠٠ وغيرها بمعادن مختزلة ويتم الإختزال حسب التفاعلات الاتيه : -

فلز $_{س}$ + فلز $_{م}$ = فلز $_{م}$ $_{س}$ فلز $\pm Q$

وتحدد فاعلية عملية الإختزال بالمعادن بدرجة تحالف المعدن المختزل مع اكسجين المعدن المراد إختزاله.

وتتراوح درجة حرارة الإختزال من ٦٠٠ الى ١١٠٠° م٠

ولوقاية المعدن المختزل من الأكسدة يملأ المفاعل بغاز خامل مثل الهليوم والارجون وتكون المواد الأولية لعملية الإختزال عبارة عن أكاسيد او هالوجينيدات (مثل الكلوريدات والبروميدات والفلوريدات) وعوامل الإختزال المعدنية الشائعة الأستعمال هى الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم .

ومن نواتج الإختزال بالمعادن نحصل على مساحيق للمعادن المختزلة مخلوطة بشوائب من الأكاسيد اوالهالوجينيدات والتى يمكن فصلها بواسطة الغسل بالماء والأحماض ٠

وينتشر أستعمال طريقة الأختزال بالمعادن فى صناعة مساحيق الثوريوم وتختزل بالكالسيوم ، اما البريليوم فيختزل بالمعنسيوم. ويختزل الزركونيوم والتيتانيوم بالمغنسيوم والصوديوم ٠٠ الخ

تحضير السبائك من مساحيق عديدة المكونات:

كثيرا ما يتطلب فى صناعة قطع مختلفة من المساحيق المعدنية اعداد شحنات ليست من مسحوق معدن واحد ولكن من مساحيق عدة معادن مختلفة ويتم الحصول على مثل هذه الشحنات عن طريق خلط عدة مساحيق لمعادن نقية أو عن طريق إستخدام ما يدعى بالمساحيق المركبة التى تكون دقائقها مطابقة لمكونات السبيكة المطلوبة ٠

ويعتبر التفتيت الميكانيكى للسبيكة المصنوعه سابقأ بالصب ، أحسن الطرق الإقتصادية للحصول على المساحيق المركبة المطلوبة. ولكن هذه الطريقة لا يمكن تحقيقها عمليا بصورة دائمة. وعدا ذلك تحدث اشابة المسحوق اثناء عملية التفتيت الميكانيكى نتيجة لتأكل وحدا الطحن الداخلية. وعلاوة على ذلك فقد تكون خواص المساحيق الناتجه غير مطابقة للخواص التكنيكية المطلوبة. ولهذا استعملت الطرق الفيزيائية الكيميائية للحصول على المساحيق المركبة اهمها :

١ ـ ترسيب عدة معادن كهربيا فى آن واحد ٠

٢ ـ ترسيب عدة معادن فى آن واحد عند التفكك الكربونيلى

٣ ـ تآكل ما بين البلورات .٠

٤ ـ التشبع بالإنتشار ٠

وطرق أخرى غيرها ٠

١ ـ طريقة ترسيب عدة معادن كهربيا فى آن واحد:

للحصول على مساحيق مركبة للسبائك. لتحضير مساحيق حديد مع نيكل او حديد مع منجنيز او حديد مع موليبدنوم او حديد مع نيكل مع موليبدنوم ومساحيق سبائك أخرى تستعمل طريقة ترسيبها من المصعد وهذا المصعد اما ان يكون سبيكة معدة سابقأ بالصب العادى اويكون عبارة عن عدة معادن هى مكونات السبيكة المطلوبة ٠

٢ ـ الطريقة الكربونيلية:

للحصول على المساحيق المركبة وتعتمد هذه الطريقه على التفكك الحرارى لعدة كربونيلات معدنية او اى مركبات معدنية عضوية، ثم على التبلور المشترك لنواتج تفكك دقائق المسحوق التى هى بمثابة سبيكة مكونه من عدة معادن ، داخلة ضمن المواد الأولية للتفكك ومثال ذلك المركب الكربونلى من مسحوقى الحديد مع النيكل وهو يحتوى على نيكل من ١٠: ٨٠ % ومسحوق الحديد مع النيكل مع الموليبدنوم وهو يحتوى على موليبدنوم حتى ١.٥ % عند نسب مختلفة من النيكل

ويتوقف شكل الدقائق الناتجه من عمليات تحضير المسحوق المركب عن طريق التفكك الحرارى وكذلك السبائك المحضرة بالطريقة الكربونيلية على درجة حرارة التفكك فكلما ارتفعت درجة حرارة التفكك كلما ارتفعت درجة تشتيت دقائق المسحوق ويتغير بذلك شكل الدقائق من كروى الى ليفى او ابرى ٠

٣ ـ طريقة تأكل ما بين البلورات:

وتستعمل هذه الطريقة عادة للحصول على مساحيق الصلب غير القابل للصدأ ، وتعتمد هذه الطريقة على إذابة طبقات ما بين البلورات فى المعدن (حدود الحبيبات) بكشافات خاصة مما يؤدى الى تفكك الإتصال بين حبيبات المعدن او السبيكه وتكوين المسحوق (كتلة مسحوقية) ٠

٤ ـ طريقة التشبع بالإنتشار:

انتشر استعمال هذه الطريقة كثيراً فى الوقت الحاضر نظراً لعدة أسباب سنذكرها فيما بعد ويتم الحصول على مساحيق مركبة عن طريق التشبع وذلك بمعدنة المساحيق مباشرة اثناء المعالجة الحرارية او تشبع مساحيق اسفنجية كثيرة المسام ٠

ـ ويمكن الحصول على احسن المساحيق المركبة بتشبع المساحيق الاسفنجية والتى لها مسام بنسبة تتراوح من ٨٠ الى ٨٥ % وقد أمكن تحضير مساحيق سبائك حديدية بهذه الطريقة مثل مساحيق الحديد مع النيكل مع الموليبدنوم ومعادن أخرى مع معادن صعبة الإختزال من أكاسيدها مثل الالومنيوم والكروم والتيتانيوم وغيرها

ولمساحيق السبائك المحضرة بالتشبع الإنتشارى خواص تكنولوجية جيدة ويمكن إستعمالها فى صناعة القطع المقاومة للحرارة والصدأ وكذلك قطع الانشاءات المصنوعة من السراميك الفلزى .

وتنتشر طريقة التشبع بالإنتشار فى صناعة سبائك من فلزات مع لا فلزات مثل الكربيدات والنتريدات والبروميدات ٠٠ الخ ٠

اما فى الصناعة فيلاقى تحضير الكربيدات أهتماما كبيرا امثال كربيد التنجستن والتيتانيوم ٠ وغيرها والتى لها استعمالاتها العديدة فى صناعة السبائك الصلدة والسبائك التى تتحمل وتقاوم درجات الحرارة العالية ٠

تحضير مسحوق كربيد التنجستن ٠ يحضر مسحوق كربيد التنجستن وذلك بكربدة مسحوق التنجستن النقى المنتج بالإختزال بواسطة مسحوق الفحم السكرى او سناج المواقد ٠٠ وتتم هذه العملية بخلط مسحوق التنجستن خلطأ جيدأ مع السناج فى خلاطات خاصة أو فى الطواجين ذات الكربات ثم يشكل من المخلوط قطع مكبوسة صغيرة ٠ ثم توضع القطع المكبوسة فى أفران اسطوانية من الجرافيت تسخن بالكهرباء تتدافع خلالها هذه القطع بسرعة منتظمة وتتم الكربدة عند درجة حرارة قدرها ١٥٠٠ ° م تقريبأ فى جو من الهواء او فى جو معين لحماية المنتوجات من الأكسدة مثلا فى جو من الايدروجين الذى يحمى نواتج الكربدة من الأكسدة ٠

ويتكون كربيد التنجستن فى الجو العادى وذلك باتحاد التنجستن مع اول اكسيد الكربون حسب التفاعل الاتى :

$$C + CO_2 \longrightarrow 2\,CO$$

$$2\,CO + W \longrightarrow WC + CO_2$$

وفى درجات الحرارة العالية عند وجود الايدروجين مع السناج فأنهما يتحدان فيكونان الايدروكربونات مثل الميثان والاسيتلين التى يتحللها على سطح دقائق التنجستن وينفصل منها الكربون النشيط مما يؤدى الى الكربدة ٠

$$2C + H_2 \longrightarrow C_2H_2$$

$$2\,W + C_2H_2 \longrightarrow 2\,WC + H_2$$

وبذلك يتم الحصول على كربيد التنجستن على هيئة قالب (briquete) ملبد يفتت بعد التبريد فى الطواحين ذات الكريات الى مسحوق تتراوح ابعاد دقائقه من ٢الى ٤ ميكرون ٠

تحضير مسحوق كربيد التيتانيوم

يحضر مسحوق كربيد التيتانيوم بطريق غير مباشر من ثانى أكسيد التيتانيوم وذلك بادماج عمليتى الإختزال والكربنة فى عملية واحدة ٠

ويتم ذلك باعداد شحنة من مسحوقى ثانى اكسيد التيتانيوم والسناج ، وتحسب الشحنة بحيث يزيد الكربون بمقدار ٥٠ % عن المقدار اللازم لعلمية الكربدة. وتحضر الشحنة بخلط الاكسيد مع السناج جيدا ويتم ذلك فى الطواحين الصغيرة ذات الكريات ٠ ولتحسين عملية الخلط تتم العملية فى بعض الأحيان فى وسط سائل بعد ذلك تشحن الشحنه فى الأفران الأسطوانيه المصنوعة من الجرافيت والمعدة لاعطاء درجات حرارة عالية وتستمر الشحنة فى الأفران لفترات تتراوح بين ساعه واحدة وساعتين فى درجات حرارة تتراوح من ١٧٧٠ الى ١٨٠٠° م٠

وبعد عملية الكربدة تترك قطع كربيد التيتانيوم المتماسكة الصلدة للتبريد ثم تطحن بعد ذلك الى دقائق صغيرة وبنفس طريقة الحصول على كربيد التيتانيوم يمكن الحصول على كربيدات المعادن الاخرى المقاومة للصهر مثل الفانديوم والموليبدنوم والتنتالوم والنبيوم.

تحضير مساحيق الكربيدات المعقدة

غالبا ما تستعمل فى الصناعة كربيدات مجموعة من المعادن وليس كربيد معدن واحد ويتم ذلك خاصة عند إنتاج السبائك الصلده ذات المقاومة العالية لدرجات الحرارة المرتفعة وغيرها. ولأجل إستخدام سبائك الكربيدات ، تحضر المواد التى تسمى بالكربيدات المعقدة وفيها تكون الدقائق اما على هيئة مخلوط ميكانيكى او محلول صلب ومثال ذلك تحضير الكربيد المعقد للتنجستن مع التيتانيوم ويتم ذلك بتسخين مخلوط من كربيد التينانيوم والسناج حتى درجة الاحمرار وغيرها من الطرق واكثر الطرق الاقتصادية انتشارا هى طريقة خلط التنجستن وثانى اكسيد التيتانيوم والسناح مع ملاحظة ان يكون الخلط جيدا وبهذه الطريقة يمكن التخلص من عدة عمليات متعلقة بتحضير كل من كربيد التنجستن وكربيد التيتانيوم ٠

وتعتمد درجة حرارة العملية على نسبه وجود كربيد التنجستن فى كربيد التيتانيوم فكلما زادت نسبة كربيد التنجستن الذائب فى كربيد التيتانيوم ، كلما كانت درجة الحرارة اللازمه لتسخين المخلوط عالية ٠

ويتم الذوبان الكامل لكربيد التنجستن فى كربيد التيتانيوم فى درجات حرارة تتراوح ما بين ١٨٠٠ : ٢٢٠٠ °م وتراعى بصفه خاصه عملية الخلط عند اعداد الكربيدات المعقدة وذلك لخطورة ما يترتب نتيجة لسوء الخلط من الحصول على مواد غير منتظمة فى خواصها ووزنها النوعى ٠

ولتوضيح ذلك فعند تحضير كربيد التنجستن والتيتانيوم يضاف السناج الى ثانى اكسيد التيتانيوم مع التنجستن ، فمن الملاحظ ان كلا من هذه المواد الثلاث تختلف عن بعضها تماما من حيث الوزن النوعى وشكل الجزيئات وقابلية الخلط فالسناج مسحوق منتفش (هش) ومسحوق معدن التنجستن ثقيل له تكوين (بنية) بلورى ، اما ثانى اكسيد التيتانيوم فمسحوقه خفيف زالق (اشبه بالعجينة)٠ ومع أختلافها فيجب ان يكون مخلوط كل من المساحيق الثلاثه متداخلا، لان التفاعل اللازم للحصول على الكربيد المعقد يتم بسرعة وتمام الا عندما تكون دقائق هذه المواد موزعة بإنتظام لهذه الاسباب يتم الخلط (معظم الاحيان) فى وسط سائل فى خلاطات صغيرة حتى تكون هذه المكونات موزعه توزيعاً منتظماً ودقيقاً ٠

وتتم عملية تسخين الشحنات المعقدة فى أفران ذات درجات حرارة عالية ٠

وبعد عملية التسخين نحصل على كتل من الكربيد المعقد تطحن لمدة طويلة فى الطواحين ذات الكريات ثم تنظف من الشوائب الغريبة ، وتتم علمية تنظيف الكربيدات فى محاليل مخففة من حامض الايدروليك وبعد ذلك تغسل المساحيق فى ماء ثم تجفف وبعد ذلك تنخل ٠

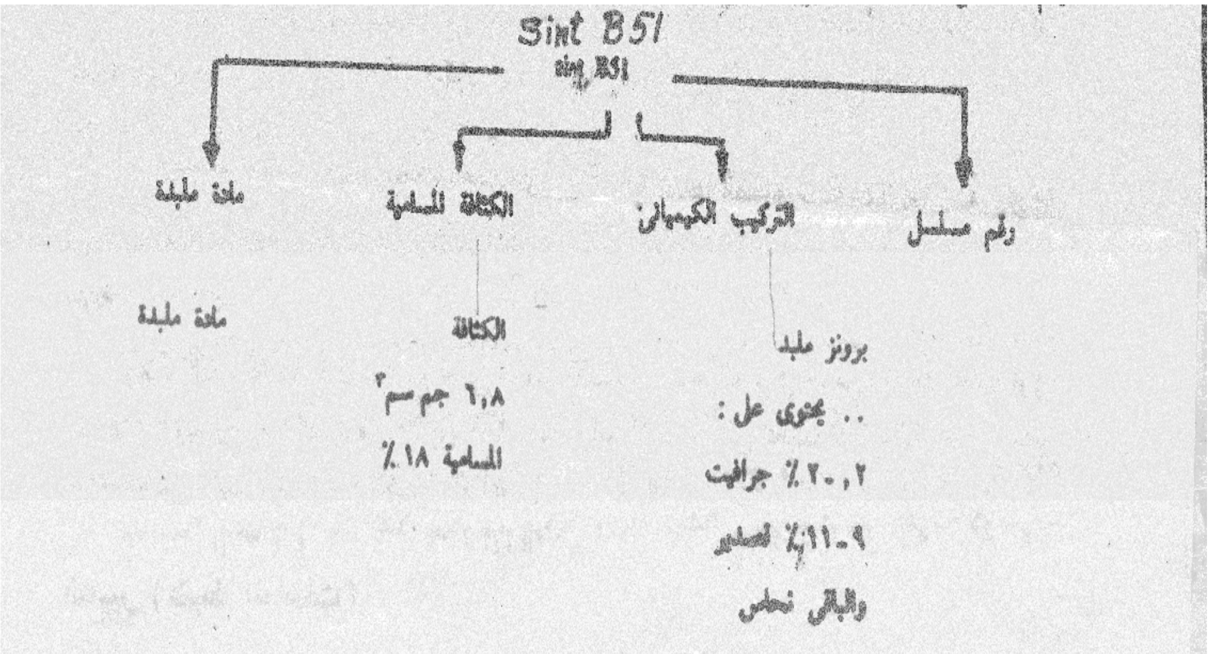
ويحتوى مسحوق الكربيد المعقد دائماً على كمية من الكربون الحر (غير المتحد) الذى لم يدخل فى التفاعل الكيميائى ، اما الكربون الذى دخل فى التفاعل على هيئة كربيد فيسمى " بالكربون المتحد ".

٥ ـ ٤ مواد التصنيع الملبدة

من المعلوم أن التلبيد هو معالجة حراريه للمشغولات أو للأنتاج نصف مصنع ، ويتم كبس مساحيق المعادن أو مساحيق أكاسيدها أو كربيداتها ويلاحظ عند الكبس تتشابك (تتلاصق) حبيبات المسحوق بشكل كثيف بسبب عدم إنتظام أسطحها الخارجية بحيث تلتصق فى مواضع تلامسها بتأثير قوة الترابط الا أنها لا تصبح كتله واحده لإن الحبيبات تكون صلده وتحافظ على شكلها فى الحالة البارده أما إذا أصبحت الحبيبات بحالة لدنه أى أذا ما سخنت الى ما دون درجه الأنصهار بقليل حيث يظهر قوة الربط ، فإن الحبيبات تتماسك مع بعضها البعض ، وعندما تصغر مسام الجسم المضغوط وترتفع كثافته وتزداد وتنكمش المشغوله ، وتسمى عملية تكثيف الماده المصنعه تحت تأثير قوة الترابط فى الحاله المتعجنة باسم التلبيد ومن أهم مميزات التلبيد هى إمكانية تركيب مواد تصنيع مختلفه الكثافه ومتباينة فى درجات إنصهارها بشكل أسهل من مزجها بالصهر ، وبهذه الطريقة يمكن تحضير مواد تصنيع بمسامية عالية مثل (مواد المحامل والمرشح المعدنى) أو ذات كثافة عاليه (كالأجزاء الإنشائية ، والقطع المصنعة من مواد التصينع الملبدة ليست بحاجه للتشكيل بالقطع ، إذ يمكن أكسابها الشكل المطلوب عند التلبيد مما يوفر كثير فى إستهلاك المواد

تبويب مواد التصنيع الملبدة

تعاير مواد التصنيع الملبدة وفقاً لقواعد وعياريات الآتحاد الصناعى لميتالورجيا المساحيق الصادرة فى نشرات خاصة وفيها تقسم المواد الملبدة إلى مواد المرشحات (الفلاتر) العالية المسامية ومواد التصنيع المسامية لجلبات المحامل ومواد المشغولات الدقيقة ، مرتبة وفقاً لنوع المادة الأساسية والحجم والكثافة أو تميز بأنها مواد مشربة .



شكل (٥-٢) تركيب الرمز لمواد التصنيع الملبدة

ويتألف الرمز عادة (شكل ٥- ٢) من مقطع الكلمة - Sint يليه أحد الحروف من A الى f وعدد مكون من رقمين ويدل الحرف الوارد فى الرمز على الحشو أو مقدار المسامية. ويدل العدد الأول على تركيب المادة والعدد الثانى هو رقم مسلسل يبين تغير الصفات والخواص الفيزيائية. فيعنى الرمز Sint- D 10 مثلا فولاذا ملبدا جيد الحشو (ذا مسامية قليلة) . يحتوى على النحاس ويعنى الرمز Sint- A50 برونزا ملبدا بمسامية كبيرة مماثلا فى تركيبه للماده الملبدة G-CuSn 1o (G-Sn Bz I0)

ولا يمكن معرفة نوع تركيب المادة الملبدة من الرمز مباشرة ، بل يجب العودة إلى نشرات المعايرة الخاصة لذلك ، وفى تلك النشرات تكون المواد الملبدة مرتبة حسب خواصها الفيزيائية ٠

وبالتالى أستعمالاتها إلى حد كبير ، فى مجموعات من (A) إلى (F) مع إهمال المعدن الرئيسى لمسحوق الكبس ، وتجرى التفرقة عند تصنيف مواد التصنيع الملبدة وفقاً لأسماء سبائكها بين الزهر الملبد والفولاذ الملبد والبرونز الملبد والنحاس الأصفر الملبد والفضة الألمانية الملبدة ٠

ـ مواد التصنيع الملبدة .

مواد التصنيع الملبدة للمرشحات والمحامل الإنزلاقية (Sint – B, Sint- A)

المواد الأولية لهذه المجموعة من مواد التصنيع الملبدة هى الفولاذ الكرومى النيكلى X5. CrNiMo-I8-IO أو الفولاذ الحاوى على ١.٥ كربون و٥% نحاس . وكذلك البرونز القصديرى G-CuSn IO ويوليثيلين الضغط المنخفض أيضا وتستخدم مواد التصنيع الملبدة ذات المسامية العالية مثل الفولاذ الكرومى النيكلى Sint- A 41 او البرونز الملبد Sint – A 50 لصنع المرشحات (الفلاتر) التى تستعمل فى ترشيح السوائل والغازات كترشيح هواء السحب فى محركات الإحتراق الداخلى ، وزيوت التزليق للمحركات وسوائل التبريد فى الات التشغيل بالعدة ، كما تستعمل هذه المرشحات فى فصل مزائج السوائل وكمانع فى لحام الصهر بالغاز ٠

مواد التصنيع الملبدة من الفولاذ النيكلى الكرومى ومن البرونز. المستعملة فى صنع المرشحات (الفلاتر) مقاومة للأحماض والحرارة والصدأ ، ويمكن تشكيلها بالقطع وبدون قطع كما يمكن لحامها ٠

الحديد الملبد Sint – B 20 او البرونز الملبد Sint – B 50 يصلحان بصورة خاصة كمادتى تصنيع للمحامل ويجرى تشريب هذه المحامل. قبل تركيبها بالزيت ـ الذى ينطلق ثانية من مسامها أثناء العمل بفعل حرارة الإحتكاك مزلقأ الأسطح الملامسة لبعضها ، ويتم التشريب فى مغطس من الزيت الساخن ، أو بالإمتصاص التام فى وسط مفرغ من الهواء للمواد عالية المسامية ، ولا تحتاج المحامل المصنعة من البرونز الملبـــــــــد.

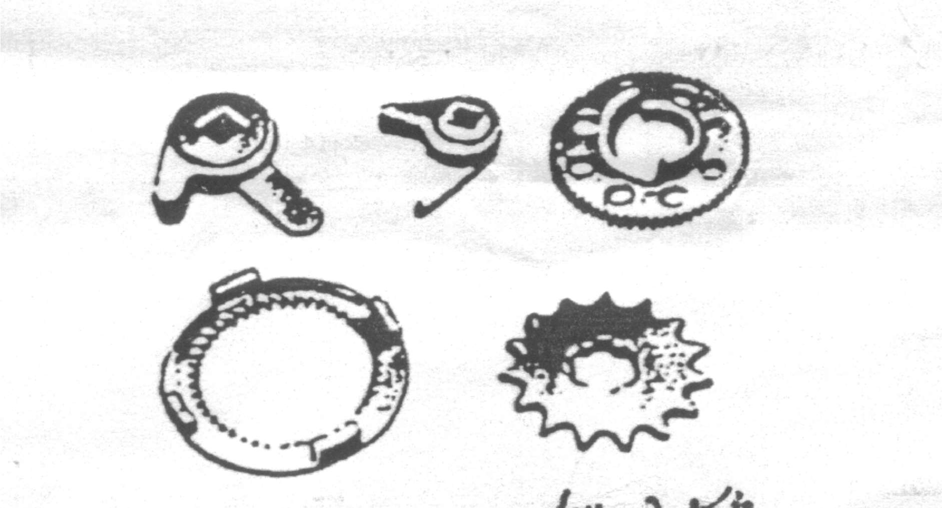
Sint - B 51 ذات التزليق بمادة صلبة ، والتى يلبد فى مادتها بالإضافة إلى الجرافيت كبريتيد المولبيدنم ، للتزليق ، حيث ينشأ غشاء رقيق كثيف لاصق على الأعمدة عند إنزلاقها تحت الضغط ذو معامل إحتكاك ضئيل ، يؤدى دور المادة المزلقة تسمى المعادن اللآحديدية الملبدة من خليط من مسحوقى النحاس والفحم بالفحوم المعدنية

وهى موصلة للتيار الكهربائى فى الأجزاء المنزلقة من الالات كحلقات التجليخ مثلا ، وموصليتها الكهربائية أكبر من موصلية فرشات الفحم الخالية من المعادن ٠

مواد التصنيع الملبدة للمشغولات الدقيقة (Sint – C) ٠

المادة الأولية لتحضير الفولاذ الملبد متوسط المسامية هى غالبأ مسحوق الفولاذ الذى يضاف إليه الكربون (بشكل جرافيت أحيانا) بنسبة ٣ – ١.٥ % والنحاس بنسبة ١ – ٥ % ونسبة تصل الى ٦ % من الرصاص. بالتصليد الغلافى والتصليد بالتسقية والتصليد بالترسيب تصبح هذه المواد جيدة الصمود للتأكل الكيميائى والتأكل الإحتكاكى ، وتكون المشغولات المجهزة من الفولاذ الملبد Sint C 21 جاهزة للتركيب والعمل بعد ضبط مقاساتها مما يجعلها صالحة للإستعمال فى مجالات عديدة وتصنع منها التروس والسلاسل والروافع والمحامل الإنزلاقية وأقراص الكامات وأجزاء كثيرة للالات والأجهزة والمعدات البصرية والمنزلية ٠

كما هو موضح بالشكل (٥ – ٣)



شكل (٥-٣) مشغولات مصنعة من مواد ملبدة

شكل (٥ - ٣)

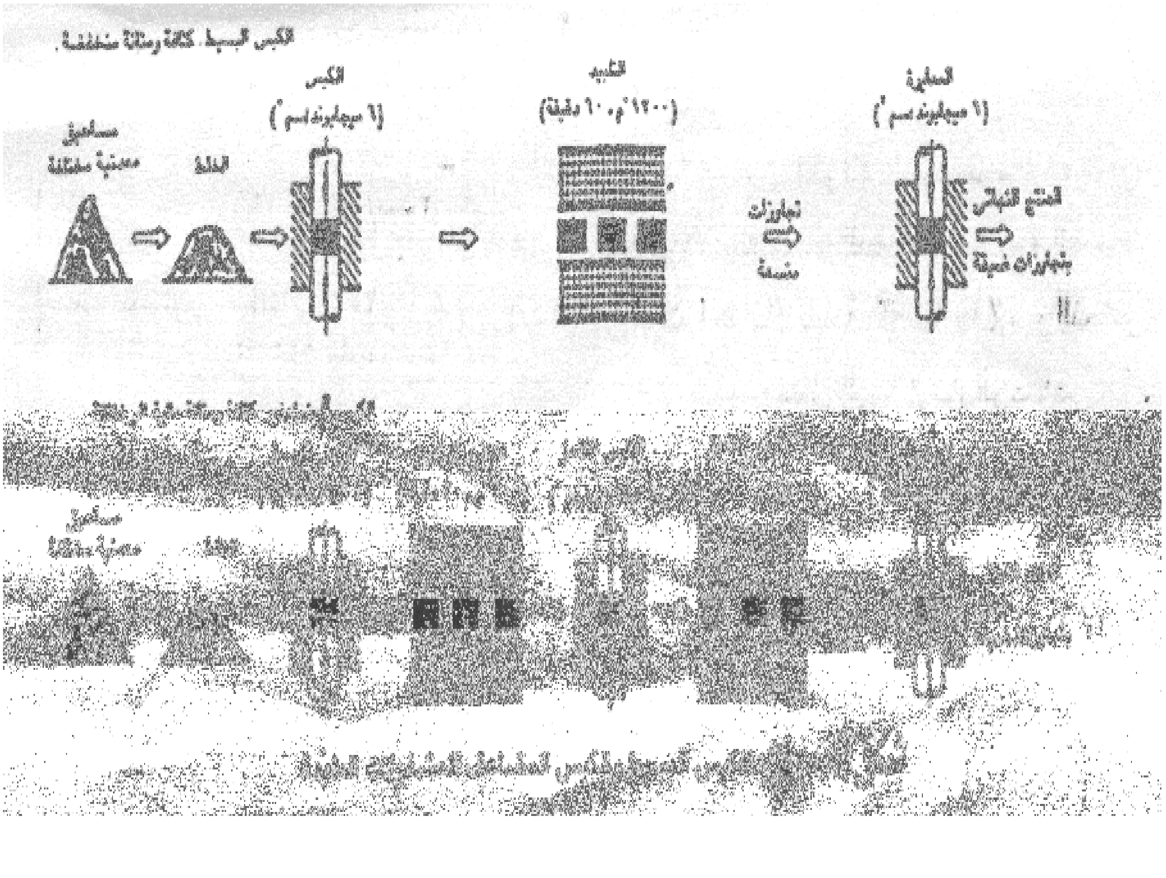
يستعمل الفولاذ الملبد Sint- Co2 فى تصنيع الأجزاء القابلة لإعادة مغنطتها، المستعملة فى الأجهزة والمكنات الكهربائية وتصلح هذه المواد اللينة الممغنطة لتصنيع نعال الأقطاب الكهربائية وقلوب الملفات والقطع المغنطة الموصلة وغيرها.

يلتصق غشاء التزليق على البرونز الملبد Sint- C50 بشكل جيد. ويمتاز كل من النحاس الأصفر المبلد Sint- C25 والفضة الامانية الملبدة Sint – C54 بمقاومة عالية للتأكل الكيميائى ٠

وتصلح مواد التصنيع المعدنية المقاومة للآحتكاك المحضرة من البرونز الملبد والمبطنة بجسيمات من الحديد والرصاص والجرافيت، لتصنيع بطانات الفرامل للخدمة الشاقة (الفرامل القرصية) والقوابض الإحتكاكية . وإلى جانب موصليتها الجيدة للحرارة فإنها ذات مقاومة جيدة للتأكل الإحتكاكى وتتحمل الحرارة حتى ٣٥٠م

<u>مواد التصنيع الملبدة للمشغولات الدقيقة شحيحة المسامية Sint- D.Sint-E</u>

تجهز الأجزاء التشكيلية المقولية من الفولاذ الملبد والبرونز الملبد CuSn والنحاس الأصفر الملبد CuZ والفضة الألمانية الملبدة (CuNiZn) ذات المسامية الضئيلة عادة بالكبس المضاعف والتلبيد المضاعف وغالبأ ما تتم إعادة تغييرها وضبط مقاساتها (شكل ٥ ـ ٤) يوضح ذلك ٠



وفي خلال ذلك تختفي الفراغـات المسامية ، ولمـواد التصنيع هذه متانة عالية جـدآ ومطيلية كبيرة ومقاومة كبيرة للتأكل الإحتكاكى كما يمكن مضاعفة خواص المتانه فى الفولاذ الملبد (Sint E 10 أو Sint – D 11) بالتصليد الغلافى والتصليد الكلى بشكل تصل معه صلادة برينيل إلى HB ٧٥٠ = ١٤٠ كيلو بوند / مم ٢ وصـلادة فيكرز إلى (HV ١٠ = كيلو بوند / مم٢) ٠ وتكون مقاومـة الكلال فـى هذه المـواد جيدة جدأ تسمح معها بتصنيع القطع المعرضـة لإجهادات ديناميكية مثل قطع المحركـات والآلات والسيارات ، كالتروس وتروس السلاسل (الجنازير) وأقراص القوابض وقطـع صـناديق التروس وأقراص الكامات والنتوءات التنظيمية ودلائل الصمامات.

المعادن الصلدة

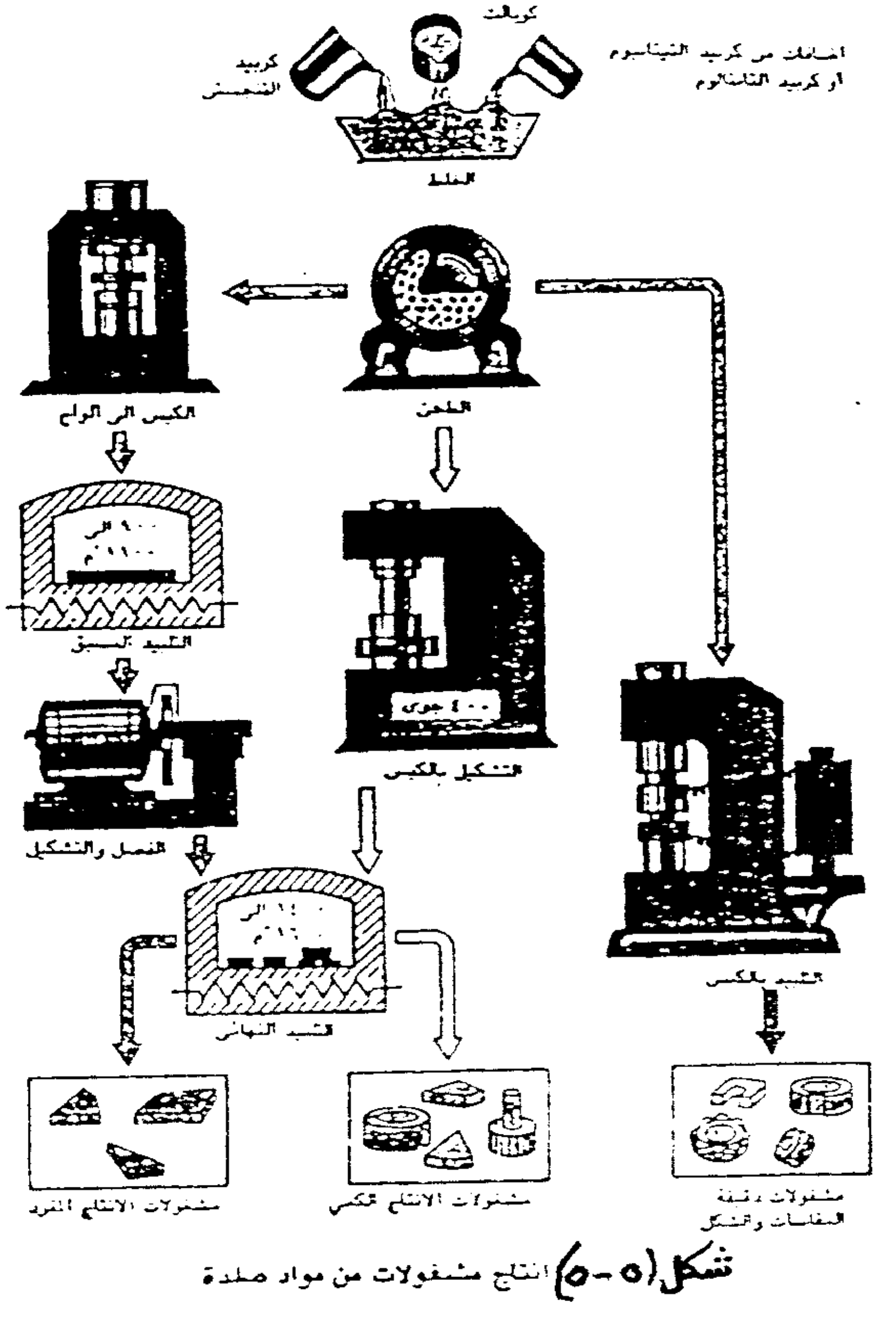
يجب أن تكون مواد التصنيع المستخدمة كمواد قاطعة أو للآجزاء المعرضـة للتآكل الإحتكـاكى ذات صـلادة عاليـة ومقاومـة كبيـرة للتآكـل الإحتكـاكى. وتصـلح لهـذا الأمـر بالدرجه الأولى كربيدات المعادن مثل كربيد التنجستن وكربيد التيتانيوم وكربيد التانتـاليوم، التى يمكن صـهرها أو صبها أو لحامها لذا تكبس وتلبد مساحيقها بإضافة مادة رابطة ٠

الخامات والتحضير

خامـات المعـادن الصـلدة هـى كربيد التنجسـتن (تن ك. wc) وكربيد التيتـانيوم (تـى ك ٠ Tic) وكربيد التانتـالوم (تـا ك . Tac) ويصـلح الكوبالـت (كـو CO) كمـادة رابطـة وتتبـاين نسـب خلـط المسـاحيق المسـتعملة كثيـرأ وتحـددها الخـواص المطلوبـة فـى المعـدن الصـلد مثـل العصـر والصـلادة ، والكوبالـت موجـود فـى جميـع أنـواع الخلائـط وتتراوح نسبته فيها من ٤ إلى ١٨ % ونسبه كربيد التيتانيوم وكربيد التانتـالوم مـن ٨ : ٦٥ % ويوجد كربيد التنجستن أيضأ بنسب مختلفة فى جميع أنواع المعادن الصلدة ٠

وتطحن كربيدات التنجستن والتانتالوم والتيتانيوم فى المادة الرابطـة وهـى الكوبالـت فى مطحنة بالكريات لتصبح مسحوقآ ناعمآ وفى نفس الوقت تخلط جيدآ

ويتم كبس المسحوق الخليط بشكل ألواح وقضبان أو بالنمط الجاهز مباشرة وبينما تلبد الأنماط الجاهزة مباشرة فى ١٤٠٠ إلى ١٦٠٠ °م نجد أنه يجب أن تلبد القضبان والألواح تلبيدأ أوليا فى ٩٠٠ إلى ١١٠٠ °م بحيث تكتسب المتانة التى تسمح بقطعها ويجرى بعد ذلك التلبيد النهائى للمشغولات وتلبد القطع دقيقة المقاسات تحت ضغط بحيث يتم الكبس والتلبيد فى مرحلة واحدة (شكل ٥ – ٥)



شكل (٥ - ٥) انتاج مشغولات من مواد صلدة

الخواص والاستعمالات

تقرب صلادة المعادن الصلدة من صلادة الماس وتتروواح من ٩.٨ إلى ٩.٩ درجات حسب مقياس " موز " للصلادة وتسمح المقاومة الممتازة للمعادن الصلدة للتأكل الإحتكاكى وتأثرها الضئيل بالحرارة بالخراطة والتفريز والثقب بسرعات عالية وقدرات جرف كبيرة تتراوح من ٥ الى ٨ أضعاف تلك التى لفولاذ السرعات العالية ٠

وتسمح المعادن الصلدة بتشكيل كثير من المواد الصلدة مثل الحديد الصلد والفولاذ الكرومى النيكلى المطبع والمشغولات مصلدة السطح والزجاج والخزف والمواد صعبة القطع مثل اللدائن والأبونيت (المطاط الصلد المعالج بالكبريت) بالقطع بصورة إقتصادية. وأذا أستعملت المعادن الصلدة لصنع عدد التشكيل بدون قطع مثل حلقات السحب والصفائح القاطعة والمياسم، فإنه يمكن مضاعفة العمر التشغيلى بين شحذين متتاليين بمقدار بتراوح من ٥٠ الى ١٠٠ مرة بالنسبه للعدد المصنوعة من فولاذ العدة، مما يعنى زيادة العمر التشغيلى الكلى للعدد بدرجة كبيرة

تبويت المعادن الصلدة

تقسم العدد المصنعة من المعادن الصلدة للتشكيل بالقطع وفقا للعيارية (DIN 4990)إلى ثلاث مجموعات قطع وهى : لقم القطع لمواد التصنيع طويلة الجذاذة (يرمز إليها بالحرف p وباللون الأزرق). ولمواد التصنيع طويلة وقصيرة الجذاذة (M - الأصفر) والمواد التصنيع قصيرة الجذاذة (K – الاحمر) بالإضافه إلى هذا التبويب الرئيسى للمعادن الصلدة فإن هناك مجموعات إضافية حسب الغرض من الأستعمال بحيث يضاف إلى الحرف الأبجدى الذى يدل على المجموعة رقم ما ، مثال ذلك p30 k40.M10 بحيث تدل الأرقام الصغيرة على مقاومة عالية للتأكل الإحتكاكى والأرقام الكبيرة على عسو عال ، المعادن الصلدة ذات الأرقام الصغيرة هشة ، لذا يجب الأحتراس من تعرضها للصدم بالطرق أثناء إستعمالها ٠

وللمعادن الصلدة للتشكيل بدون قطع وللوقاية من التأكل الإحتكاكى مجموعة رئيسية خاصة تميز بالحرف G واللون البنى وتقسم بدورها إلى مجموعات إضافية تمتد من (G O5) إلى (G 60) ٠

أمثلـــــة :

المعدن الصلد P30 يستعمل لتشغيل مواد التصنيع ذات الجذاذة الطويلة بالقطع ويصلح لأعمال التخشين للفولاذ وفولاذ الصب ولتسوية وقشط أنواع الفولاذ العادى وفولاذ الصب ولخراطة الفولاذ غير القابل للصدأ

المعدن الصلد (M 20) يستعمل لتشغيل مواد التصنيع ذات الجذاذة الطويلة والقصيرة بالقطع ٠

ويصلح لأعمال التخشين والإنجاز للفولاذ وفولاذ الصب والحديد الزهر الطروق والحديد الزهر المحتوى على صفائح وكريات جرافيتية ٠

المعدن الصلد (K 30) : يستعمل لتشغيل مواد التصنيع ذات الجذاذة القصيرة بالقطع ويصلح لأعمال التخشين للزهر والمعادن اللآحديدية واللامعادن مثل اللدائن الحرارية والأخشاب المتحجرة والصخور ٠

المعدن الصلد (G 40) :يستعمل لتشغيل المواد بدون قطع كصنع عدد الحنى والتشكيل والسك ٠

مواد الخزف الأكسيدى

الكثافه ٣.٩ كجم / د سم ^{٣}

صلادة فيكرز HV ٢١٠٠ – ٢٣٠٠ كيلو بوند / مم^{٢}

متانة الضغط ٣٠٠ كيلو بوند / مم^{٢}

درجة حرارة التلين ١٥٠٠ ـ ١٨٠٠ $^{\circ}$ م

تتألف مواد الخزف الأكسيدى بشكل رئيسى من أكسيد الألومنيوم ، الذى تضاف إليه أكاسيد مواد أخرى ومواد رابطة عضوية ٠

وتملك هذه المواد صلادة عالية ومقاومة عالية للتآ كل الإحتكاكى كما تصمد للتأكل الكيميائى فى درجات حرارة عالية ، وتستعمل فى صناعة النسيج كدلائل

للخيوط ، وكأقراص دورانية لتشكيل قطاعات فى أقراص الجلخ، ولمنافث رش وتذرية السوائل وكأغلفة للصمامات الإلكترونية ولبوادق الصهر وأنابيب واقية للمزدوجات الحرارية ٠

ولتحضير لقم القطع من الخزف الأكسيدى يكبس مسحوق أكسيد الألومنيوم بدرجة نقاوة ٩٩.٧ % فى قوالب ثم يلبد عند درجة حرارة قريبة جداً من درجة إنصهاره ٠

كذلك تحتفظ المواد القاطعة من الخزف الأكسيدى بصلادتها العالية ومقاومتها العالية للتأكل الإحتكاكى وصمودها للمواد الكيميائية فى درجات الحرارة العالية، وتسمح بإستعمال سرعات قطع عالية. وتوفر لقم القطع متعددة الرؤوس من الخزف الأكسيدى الكثير من إستهلاك عدد القطع والأجور، إلا أنها حساسه تجاه الإجهادات الميكانيكية مثل الصدم والحنى وكذلك ضغط القطع المتغير، كما هو الحال عند التشغيل المتقطع مثلا .

ولتشكيل مواد التصنيع من الخزف الأكسيدى يفرق المرء بين الكبس الجاف والبثق والصب الإنزلاقى والصب بالحقن.

بالكبس الجاف تحضر غالباً مشغولات تشبه الأقراص، مثل لقم القطع متعددة الرؤوس من معادن صلدة فى تجهيزات كبس خاصة حيث يتم كبس المسحوق فى قالب صوغ بين ختم علوى وأخر سفلى ويمكن بهذه الطريقة تشكيل مشغولات بأقطار تتراوح بين ٣ : ١٠٠ مليمترا وإرتفاع يتراوح بين ٠.٥ :٥٠ مليمترا.

ويمكن بالبثق تجهيز مشغولات ذات قطاعات بسيطة ، مثل القضبان المستديرة والأنابيب وقطاعات القضبان ، على ألا يزيد المقاس الأكبر فى الإتجاه العمودى لمحور البثق عن ١٠٠ مم، وألا تقل تخانة الجدار للآنابيب عن مليمتر واحد عند الصب الخبثى أو الغريتى يخلط مسحوق أكسيد الألومنيوم بالماء بشكل غرينى ثم يعبأ الخليط فى قوالب صوغ من الجبس وتمتص جوانب القالب الجبسى الماء من الغرين فى بضع ساعات بحيث تستخرج المشغولة من القالب صلبة ليمكن تلبيدها لاحقاً وتصلح هذه الطريقة لمشغولات ذات مقاسات تتروا ح من ٢٠ : ٤٠٠ مم بأوزان تصل إلى ٥٠ كجم ومن أمثلتها البوادق وأحواض التلدين والأنانبيب غير الملحومة.

وفى طريقة الصب بالحقن تمزج مع مسحوق الخزف الأكسيدى لدائن حرارية (ثرموبلاستيكية) بحيث تصلح المادة بعد تسخينها للصب بالحقن. وتستخدم غالبأ قوالب صوغ نصفية ذات تجاويف متعددة ولا يجوز أن يزيد وزن القطعة عن ٥٠ جم وتحضر بهذه الطريقة حلقات الإنزلاق وكباسات المضخات ودلائل الخيوط وغيرها.

٥ ـ ٥ مجالات إستخدام منتجات تكنولوجيا المساحيق

نظرأ لإمتياز المنتجات المصنعه من المساحيق بزيادة تجانس مادتها ويمكن إنتاجها بأبعاد عالية الدقه دون فاقد يذكر تقريباً لذلك تستخدم هذه المساحيق فى المجالات الآتيه : ـ

١ ـ إنتاج بعض الأجزاء الداخله فى صناعة السيارات الحديثة ٠

٢ ـ تدخل فى صناعة الأجزاء المكونه من معادن ذات درجه حرارة إنصهار عالية مثل التنجستن والتيتاليوم والموليدنيوم ٠

٣ ـ تستخدم فى إنتاج لقم أقلام القطع الكربيديه (الفديه) نظرآ لكبر صلادة المساحيق المستخدمه ٠

٤ ـ تستخدم فى إنتاج بعض المواد المركبة والداخله فى صناعة المحركات الكهربية مثل الشربون ، أو المواد المتكونة من مواد معدنيه وسيراميك، مثل الكروم وأكسيد الألمونيوم المستعمل فى صناعة بعض إجزاء المحركات النفاثه وبعض معدات الطاقه النووية ٠

٥ ـ تستخدم فى صناعة بعض الأجزاء الرخيصة مثل إنتاج التروس والكامات والصمامات ٠

أسئله ومراجعة على الباب الخامس

س ١ :اذ كر بعض منتجات تكنولوجيا المساحيق

س ٢ : ما هو المقصود بعملية التلبيد ؟

س ٣ : أذكر المراحل الأساسيه لتجهيز المساحيق المعدنية ٠

س ٤ : " لتحضير المساحيق المعدنيه طرق كثيرة "
أشرح تفصيلياً الطريقة الكيمائية وما هى أهم العوامل المختزلة المستخدمة ؟

س٥ اشرح مجالات استخدام منتجات تكنولوجيا المساحيق.

س٦: اذكر الأغراض التى تستعمل فيها مواد التصنيع الملبدة عاليه المسامية؟

س٧: فى أى الأغراض يستعمل الفولاذ الملبد متوسط الكثافة؟

س٨: مما تصنع المعادن الصلدة؟ وما هى الأغراض التى تستعمل فيها؟

ثانياً: المنهج المعملى

ثانيا : التجارب المعملية

التجربة الأولــــى : المقارنة والتعرف على المواد الهندسية بالمعاينة والفحص والعين المجردة ٠

التجربة الثانيـــــة : المقارنة والتعرف على المواد الحديدية بإستخدام الشرر

التجربة الثالثـــــه : تعيين كثافة المواد بإستخدام نظرية أرشميدس

التجربة الرابعــــه : فحص عينة من الحديد مجهرياً ، والتمكن من رؤية أشكال الحبيبات وحدود الحبيبات للعينه المنتظمة بدون إسناد ٠

التجربة الخامســة : إسناد عينات الفحص المجهرى على البارد ٠

التجربة السادســة : إسناد عينات الفحص المجهرى بالضغط والحراره ثم التبريد٠

التجربة الآولـــى

المقارنه والتعرف على المواد الهندسيه

بالمعـاينة والـفحص وبالعـين الـمجـرده

الغرض من التجربة :

هو التعرف على المواد الهندسيه المختلفه بطرق المعاينـه العاديـه مـن خـلال مظهرهـا الخـارجى ولونهـا الطبيعـى وكذلك الشكل النـاتج عند المقطـع وذلك دون إستخدام أى أدوات مساعدة وهى تعتمد على عمليات الفحص العـادى (بـالنظر أو البصـر) بـالعين المجـردة (العادية) وهذه المعاينة تعتبر من ضمن عمليات الفحص الغير إتلافية للعينات المختلفة .

وتشمل عمليات الفحص بـالعين المجـردة التعرف علـى شكل ولـون المقطـع للمعـادن، ويمكن إختبارها أيضا عن طريق طرقها طرقا خفيفاً للتعرف على الرنين الناتج من عمليات الطرق ، كما يمكن التعرف عليها أيضآ من خلال الوزن (الثقل) النوعى.

والخواص البصرية للمعادن تعتمد على الضوء ومن أمثلتهـا البريق واللـون وعـرض الألوان والتضوء والشفافية والمخدش.

- المقصود بالبريق :

هـو عبـاره عن المظهر الـذى يبدية سطح المعدن فـى الضـوء المـنعكس ، أو بعبـاره أخرى هو مقدار ونوع الضوء المنعكس من سطح المعدن ، ويمكن تقسيم البريق إلـى نـوعين (فلزى ولا فلزى) ، فالبريق الفلزى الناتج عن سطح الفلزات ومـن أمثلـة المعـادن التـى لهـا بريق فلزى مثل بيرايت ، وجالينا ومثل هذه المعادن تكون معتمه وثقيلة الوزن.

أمـا نـوع البريـق الأخـرى (اللافلـزى) ويلاحـظ أن المعـادن ذات البريـق اللافلـزى (بصفه عامه) تكون فاتحه اللون وتسمح بمرور الضوء كما فى الزجاج ، والماس والراتنج.

ـ المقصود باللون :

ينتج لون المعدن عن طول الموجه أو الموجات الضوئية التى تنعكس من المعدن وتؤثر فى شبكية العين لتعطى الإحساس باللون ، ويعتبر لون المعدن من أول الخواص الفيزيائية التى تشاهد مع ملاحظة أن يكون سطح المعدن يكون حديث خال من التغيرات التى تطرأ على سطح المعدن المكشوف والمعرض للعوامل الخارجية مثل الصدأ ٠

وبعض المعادن لها مقدره على أن تظهر عرضاً للألوان عندما تحرك العين إلى المعدن ذات اليمين أو ذات اليسار ٠

ومن أمثلة هذه المعادن الماس ـ والابرادوريت

والمقصود بالتضوء

يوصف المعدن بأنه متضوء (أى يعطى ضوءاً) ، إذا حول الأشكال المختلفه من الطاقه الموجوده به الى ضوء ، وينتج الضوء عند التعرض للحرارة أو الأشعه فوق بنفسجية أو الأشعه السينيه ، وألوان التضوء دائماً الوان باهره ساطعه فمثلا معدن الكالسيت عندما يتعرض للأشعه فوق بنفسجية يعطى ألوان حمراء باهرة ، وإما معدن ويلييميت (Willemite) فإنه يعطى لون أخضر ساطعا ٠

ـ ويقصد بالشفافية :

هى قدرة المعدن على نقاء الضوء، وتصنف المعادن إلى (شفافه ـ نصف شفافه ـ معتمه).

أمثلة مختلفة للمعادن وكيفية التعرف عليها بالمعاينه العادية ٠

١ ـ **الزهر** : لونه المقطع أبيض مائل للزرقه وذراته على هيئة قشور براقة ـ الثقل النوعى ٧.٨ ينصهر عن ١٣٠٠°م، إذا تعرض للطرق الخفيف ليس له رنين ، إذا تعرض للطرق الثقيل ينكسر ٠

٢ ـ **الحديد** : لون المقطع ابيض مائل للزرقه وذراته عباره عن حبوب ليفية ، الثقل النوعى ٧.٨ ينصهر عند ١٦٠٠°م وإذا تعرض للطرق يسمع صوت غليظ ، والحديد يسهل الطرق.

٣ ـ **الصلب** : لون المقطع أبيض مائل للزرقه وذراته مدمجة ناعمة الثقل النوعى ٧.٨ ودرجة إنصهاره ١٤٠٠°م (علي حسب تركيبه) ، وأذا تعرض للطرق الخفيف يسمع صوت واضح للرنين والصلب صعب الطرق ٠

٤ ـ **الألمونيوم** : لون مقطعة أبيض فضى وذراته حبوب مندمجه بيضاء فضية والثقل النوعى ٢.٥٦ ودرجة إنصاره ٦٥٨ °م وإذا تعرض للطرق الخفيف يسمع صوت خافت (للرنين) والألمونيوم سهل الطرق والسحب.

٥ ـ **النحاس** : لون مقطعة أحمر وردى، وذراته مندمجة ناعمه وزنه النوعى ٨.٦ وينصهر عند ١٠٨٥ °م وإذا تعرض للطرق الخفيف يسمع له صوت رنان، ويعتبر النحاس قابل أيضا للطرق والسحب ٠

٦ ـ **الزنك** : لون مقطعه أبيض يميل للزرقه وذراته مندمجة وناعمه وزنه النوى ٨.٨ وينصهر عند ٤١٢ °م وإذا تعرض للطرق الخفيف يسمع له صوت خافت ، والزنك صعب الطرق (قليلآ) ٠

٧ ـ **النيكل** : لون مقطعة فضى لامع وذراته مندمجة ناعمه وزنه النوعى ٧.١٢ وينصهر عند ١٤٥٠ °م وإذا تعرض للطرق الخفيف يسمع له صوت رفيع ،ويعتبر النيكل سهل الطرق ٠

٨ ـ **الكروم** : لون مقطعة أبيض مائل للزرقه وذراته مندمجة ناعمة وزنه النوعى ٦.٩٣ وينصهر عند ١٥٢٠ °م وإذا تعرض للطرق الخفيف يسمع له صوت رفيع ، والكروم عموماً صعب الطرق والسحب ٠

٩ ـ **القصدير** : لون مقطعة أبيض ضارب للزرقه وذراته مندمجة ناعمة ، وزنه النوعى ٧.٣ وينصهر عند ٣٣٠ °م وإذا تعرض للطرق الخفيف يسمع له صوت خافت ، ويعتبر القصدير سهل الطرق والسحب ٠

١٠ - **الرصـاص** : لـون مقطعـه رصاصـى لامـع وقابـل للآكسـده بسـرعة ذراتـه مندمجـة متوسط النعومـة وزنـه النـوعى ١١.٣٠ وينصـهر عنـد ٣٣٠ °م ، وإذا تعـرض للطرق الخفيف لا يسمع لـه صوت رنين ، ويعتبر الرصاص معدن لين جداً.

وعموماً أن عمليات التعرف على المواد الهندسية بالمعاينـة والفحص البصـرى تعتمد أساسـاً على الخبره (المهارة) العمليه الطويلة والممارسة المستمرة حيث أنها تحتاج إلـى مهارة فنية عالية.

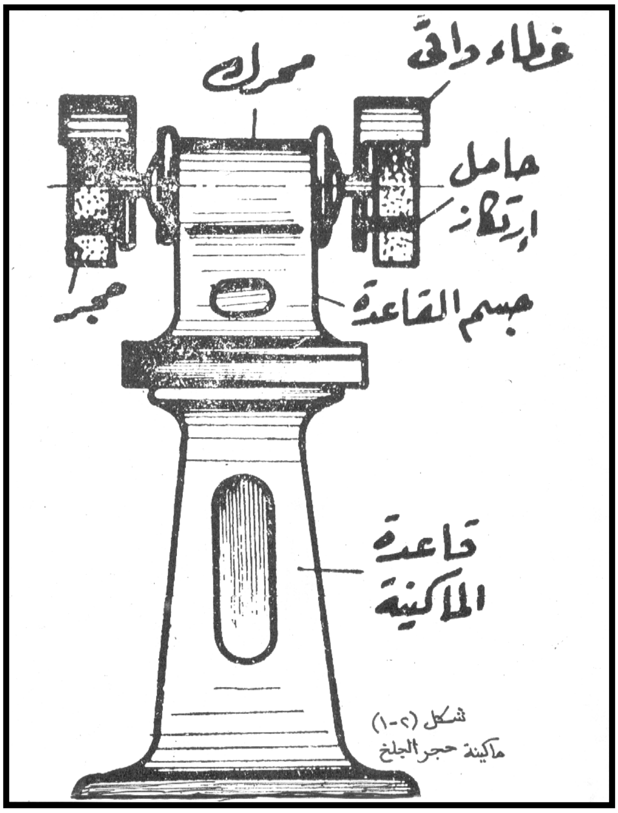
التجربة الثانية

المقارنه والتعرف على المواد الحديدية بإستخدام الشرر

يستخدم أختيار الشرر للتعرف على أنواع سبائك المواد الحديدية المختلفة ، وأختبار الشرر يستغرق زمنأ قصيرأ دون إتلاف المعدن المختبر ، وهو عباره عن ملامسة الصلب لحجر الجلخ أثناء دورانه وملاحظة نوع وشكل الشرر المتطاير من سطح الحجر الدائر ، وشكل هذا الشرر وهيئتة ٠

حجر الجلخ المستخدم :

الشكل (٢ ـ ١) يبين ماكينة حجر الجلخ المستخدمة ويتركب من محرك كهربائى يخرج من جانبيه عمودان يديرهما المحرك ، وكل منهما محمول على كرسى محور ، ويثبت فى طرف إحداهما حجر الجلخ الخشن بينما يثبت فى الطرف الأخر حجر جلخ ناعم ، وأمام كل حجر ساند.



شكل (٢ ـ ١)

ويتكون هذا الشرر من حبيبات صغيره من المعدن تنفصل عن المعدن الأصلى عند ملامستها لحجر الجلخ فتتطاير حمراء وصفراء نتيجة للآحتكاك ثم تتأكسد أو تحترق اثناء تطايرها وذلك لملامستها لأكسجين الجو ٠ وإذا كان فى الصلب أو الحديد عنصر سهل الإحتراق مثل الكربون يحدث إشتعال سريع ويظهر الشرر معه لامعأ ولا يتطاير الشرر أو يتطاير بمقدار قليل إذا وضع الحديد المطروق أو الصلب منخفض الكربون على سطح الجلخ الدائر وإنما تخرج خطوط ضوئية من سطح حجر الجلخ فى إتجاه الدوران وتظهر معتمة بالقرب من الحجر وينصع لون هذه الخطوط كثيرآ عن نقطة تبعد نسبيآ عن الحجر لتتحول مرة أخرى إلى أعتام وتسقط على الأرض، ويتوالد الشرر ناصعآ بمجرد وضع قطعة من الصلب عالى الكربون ملامسة لسطح حجر الجلخ الدائر ولكن يتوالد شرر حول محيط الحجر عند تجليخ الصلب منخفض الكربون ، ويختفى شرر الصلب العالى بعد تولده مباشرة ولا تتخلف أى حبيبات منفصلة من الحجر فى حالة الصلب عالى الكربون علو كبيرأ إذا أنها تحترق جميعأ وتختفى فى الهواء ٠ويوضح الجدول التالى خواص الشرر المتطاير عند تجليخ مختلف سبائك الحديد عالى الكربون علوآ كبيرآ إذ أنها تحترق جميعآ وتختفى فى الهواء ويختلف شكل الشرر الذى يتولد من أنواع الصلب التى تتعدد تبعا لتركيبها الكيماوى ويوضح شكل (٢ ـ ٢) وجدول (٢ ـ ١) خواص الشرر المتطاير عند تجليخ سبائك الحديد والصلب المختلفة ٠

جدول (٢ ـ ١) الوصف التفصيلى لخواص الشرر المتوالد من أنواع الحديد والصلب

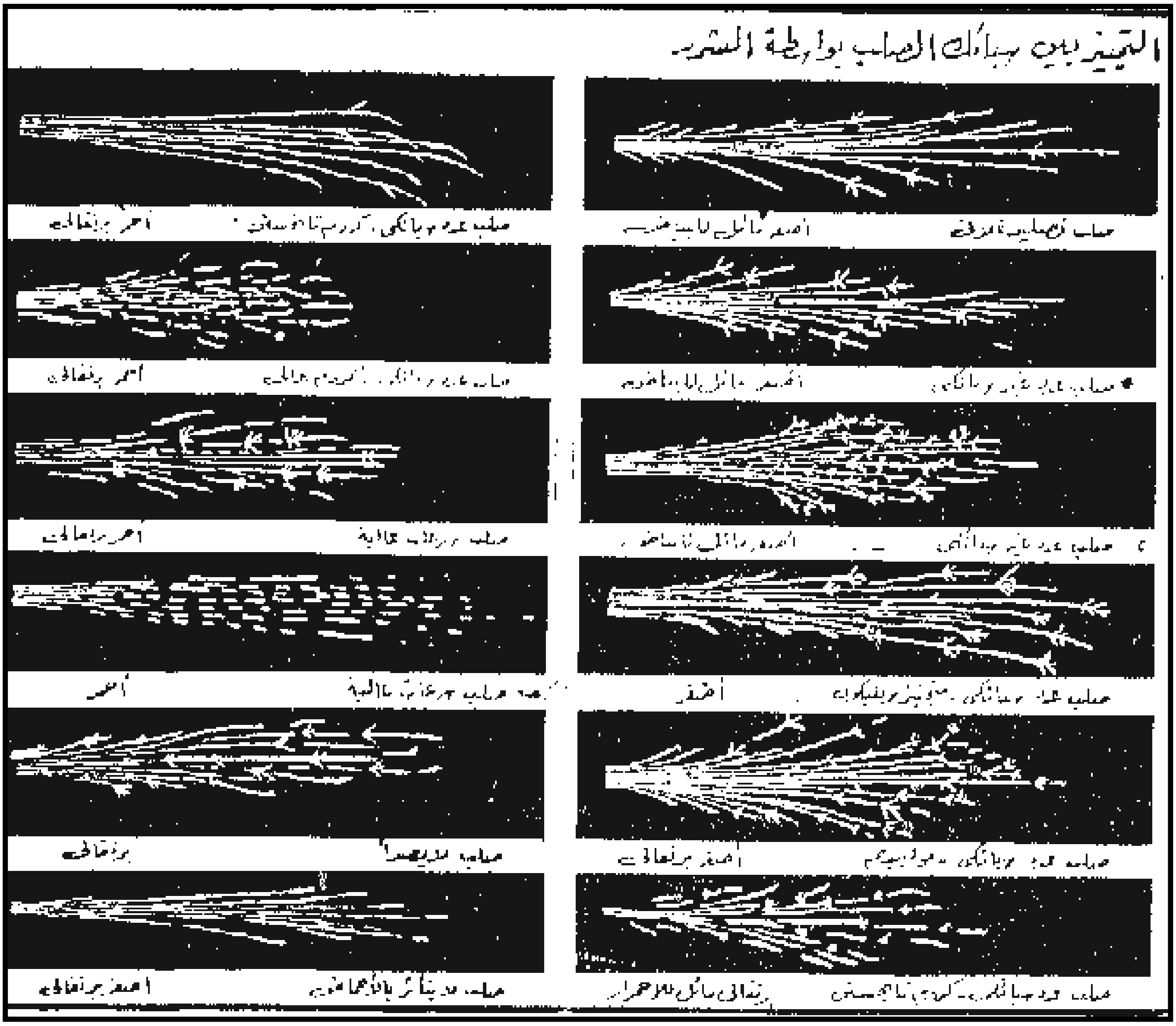
المعدن والتحليل	خواص الشرر
صلــب كـربونـــي (٠.٠٥ كربون : ٠.٠٩%) كربون	لون الخطوط المتطايرة من حجر قشى فاتح وتتبع خطوط مستقيمة ويزداد عرضها ويمتد ضوؤها أعلى مسافة من سطح الحجر والخطوط عباره عن حبيبات صغيرة من المعدن تتطاير من سطح الحجر بعد أن ترتفع درجة حرارتها وتنفجر هذه الخطوط الظاهرة غير واضحة تمام الوضوح ولا يظهر شرر أو تربيش حول محيط الحجر ٠
صلب كربونى (٠.٢٠%) كربون	شــرر كربــونى وتنفجـر الخطــوط أكثـر منهـا فــى الصــلب الكربونى السابق ولا يحدث هنا أى تربيش
صلب كربونـــــى (٠.٤٠ %) كربون	فيه زيادة فى الإنفجارات والتشعب ـ لون خطوطه ذهبى زاهر يلاحظ بعض التربيش حول محيط حجر الجلخ
صلب كربونى (٠.٦٠ %) كربون	به إنفجارات كثيرة لونها أصفر نحاسى ـ يقترب التشعب من الحجر كلما زادت نسبة الكربون فى الصلب ويحيط التربيش بالحجر
صلب كربونى ٠ (٠.٨٠%) كربون	بـه عـدد متزايد من الإنجـارات وتنـاقص فى طـول الخطـوط وهناك تريش ٠
صلب كربونى (٠.٩٠ %) كربون	بـه عـدد كبيـر من الإنجـارات وتشعب ظـاهر كثيـرا مـا يعود وينقسم وكذلك به تريش واللون أبيض
صلب كربونى (١% إلى ١.٤)	يقل فيه وضوح الخطوط بزيادة نسبة الكربون إذ يتولد الشرر أو الأنفجارات قريباً جداً من سطح الجلخ
صلب كربونى (مـا فـوق ذلك) حتي ١.٨٣ %	يزداد عدد الأنفجارات والتشعب كثيراً وخطوطـه أقصر بكثير ويميل اللون إلى الأحمر كما يحدث تريش ظاهر ٠

تابع جدول (٢ - ١) الوصف التفصيلى لخواص الشرر المتوالد من أنواع الحديد والصلب

المعدن والتحليل	خواص الشرر
حديد زهر رمادى	خطوطه قصيرة رفيعة جداً وبعض الشرر فيه مثل شرر الصلب الكربونى ولكن غير كامل الوضوح واللون أحمر طوبى ـ وتميل خطوطه إلى الإنحناء إلى أعلى عند نهايتها ولا يحدث تريش ٠
حديد زهر لدن (لين)	خطوطه كثيرة عريضه ويتولد فيه بعض الشرر او الانفجارات ويسبب ذلك تشعباً واللون أحمر برتقالى ٠
الحديد المطاوع	يشبه الصلب منخفض الكربون كثيرا وخطوطه طويله صفراء وتضئ بالقرب من نهايتها وتكاد تخلو من شرر الكربون كما تتشعب الخطوط تشعباً قليلا ولا تحدث أى تريش ٠
الصلب المدرفل المقوى (٠.٤% كربون) (١.٧% تنجستين) (١.٠% كروم)	يشبه الحديد المطاوع ولكن خطوطه أقصر بكثير وبها انفجارات قليله قرب سطح الحجر وخطوطه حمراء دون تريش
صلب مغناطيسى (٠.٦٥ %) كربون (٥.٥ % تنجستين)	خطوطه حمراء تتشعب ويبدأ التشعب قرب الحجر ويستمر على طول الخطوط ويتولد شرر بعض الكربون فيحدث تشعباً كثيراً
صلب رؤوس المطارق المتساقطة وقوالب التشكيل (٠.٥٥% كربون (٠.٦% كروم)	يتطاير فيه بعض الشرر المميز كما فى الصلب الكربونى الذى يحتوى نفس النسبة من الكربون ٠
صلب قوالب التشكيل علىالساخن (٠.٦٥% كربون) (٣.٥%) تنجستين (.٧٥%) كروم (١.٠%) فانيديوم ٠	خطوطه قصيرة بها إنفجارات صغيرة جداً واللون مائل للآحمرار والخطوط باهتة جداً
الصلب سريع القطع (صلب الهواء) عالى الكروم وعالى التنجستين .	مشابه للشرر المتولد فى قوالب التشكيل على الساخن وله خطوط لونها مائل للآحمرار تتبع مدارها خطوط منكسرة وانفجارات قليلة ويظهر أثره بسيط من الشرر المتولد من الكربون ولا يحدث تريش

خواص الشرارات من أنواع الصلب المختلفه (جدول ٢-٢)

نوع الصلب	**شكل الشرارة**	**لون الشرارة**	**خصائص الشرارة**
صلب كربونى منخفض	انظر شكل (٢-٢) يبين شكل وخواص الشرر المتطاير	أصفر فاتح	خطوة مستمرة مع تطاير أشكال نجمة طويله فى نهايتها
صلب كربونى متوسط		أصفر فاتح	خطوط الشرارة أغزر ، وتقل أطوال الأشكال النجمية المتطايره وتظهر على هيئة عنقود
صلب كربونى عالى		أصفر فاتح	خطوط الشرارة أكثر من الحاله السابقة،ويكثر تكون العناقيد
صلب منجنيزى		أصفر فاتح	خطوط دقيقة مع تطاير أشكال نجمة كثيرة وتتفرع الخطوط عند نهايتها
صلب سليكونى		أبيض مصفر	خطوط شديدة الطول ،وتتطاير منها أشكال نجمة ملحوظة النموع
صلب كرومى و صلب نيكلى		أصفر برتقالى	خطوط بسيطة ذات مسارات أكثر تخانة ولكن يقل عدد الأشكال النجمية المتطايرة٠
صلب سريع القطع (صلب هواء) به نسبة كبيرة من التنجستين		أحمر داكن	خطوط متوسطة الطول بها عدة براعم صغيرة مع تزايد نسبة الكربون فى الأشكال النجمية الصغيرة



شكل (٢ ـ ٢) خواص الشرر المتطاير

(التجربة الثالثة)

تعيين كثافة المواد بإستخدام نظرية ارشميدس

منطوق نظرية أرشميدس :

"إذا غمر جسم (معدن) فى سائل ما ، فإن الجسم يلقى قوة دفع من السائل من أسفل إلى أعلى ، وقوة الدفع على الجسم تعادل وزن السائل المزاج"

وتختلف قوة الدفع هذه بإختلاف نوع هذا السائل (كثافته) وكذلك على حجم الجسم المغمور ونوع مادته ٠

ومن تعريف كثافة الجسم هو كتله وحده الحجوم لهذا الجسم ٠

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{كتلة الجسم (بالجرام)}}{\text{حجم الجسم (بالسم}^3\text{)}} \quad \text{جم / سم}^3$$

الأدوات المستخدمة :

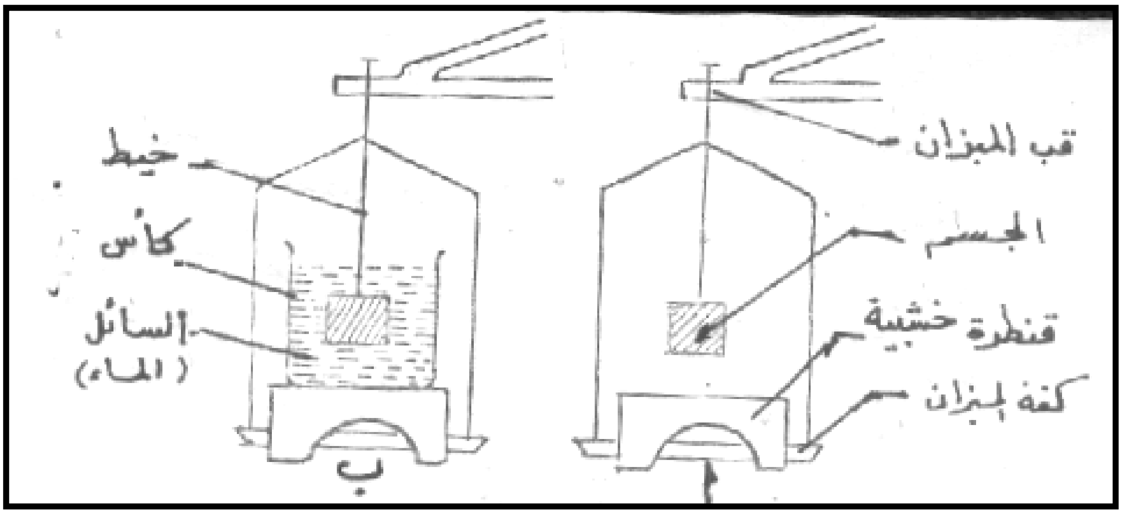
ميزان حساس + أثقال ـ كأس. قنطرة خشبية يمكن وضعها فوق كفه الميزان ـ خيط بعض المعادن المراد تعيين كثافتها مثل الحديد (الحديد ـ النحاس)

مجال التجربة :

أولا : تعيين كثافة جسم صلب (معدن) أثقل من الماء ولا يذوب فيه:

خطوا ت العمل :

١ـ علق الجسم (المعدن) المراد تعيين كثافته فى أحد طرفى قب الميزان بواسطة خيط رفيع كما فى شكل (٣ ـ ١ ـ أ) ثم عين وزن الجسم فى الهواء بوضع أثقال فى الكفة الأخرى حتى تتزن الكفتان ٠



شكل (٣ ـ ١)

٢ ـ ضع قنطرة خشبية فوق كفة الميزان المعلق فوقها الجسم الصلب بحيث القنطرة لا تعوق حركة كفة الميزان عند رفع القب أو خفضه ثم ضع فوق القنطرة كأس زجاجى به نحو ثلثية سائل (ماء) ٠

٣ ـ أغمر الجسم تماماً فى السائل (الماء) بحيث ألا يمس الجسم المغمور قاع أو جدران الكأس كما فى الشكل (٣ ـ ١ ـ ب) ، ثم عين وزن الجسم وهو مغمور فى الماء بوضع أثقال فى الكفه الأخرى حتى تتزن الكفتان ٠

٤ ـ أوجد قوة دفع الماء على الجسم من العلاقة

دفع الماء على الجسم = وزن الجسم فى الهواء ـ وزنه وهو مغمور فى الماء

٥ ـ وبمعرفة كثافة الماء فى درج حرارة الغرفة (أثناء إجراء التجربة)

أحسب حجم الجسم المغمور من العلاقه

$$\text{حجم الجسم المغمور} = \frac{\text{قوة دفع الماء على الجسم}}{\text{كثافة الماء}}$$

٦ ـ أوجد كثافة مادة الجسم من العلاقه :

$$\text{كثافة مادة الجسم} = \frac{\text{وزن الجسم فى الهواء}}{\text{حجم الجسم}} \quad \text{جم/سم}^3$$

٧ ـ كرر الخطوات السابقه لمجموعة من المعادن المختلفه مثل النحاس والألمونيوم والحديد والزهر ٠٠٠ الخ ٠

وقارن بين النتائج :

الملاحظات : ١ ـ كل معدن له كثافه مختلفه عن الآخر

٢ ـ كثافة الحديد أثقل من النحاس والألمونيوم

٣ ـ قوة دفع السائل للجسم المغمور به تزداد بزيادة كثافة ذلك السائل

ثانيا : إيجاد كثافة جسم صلب (يذوب فى الماء) ٠

الأدوات المستخدمة :

جسم يذوب فى الماء (قطعة سكر) ـ سائل لا يذيب السكر (كيروسين مثلاًً) معلوم كثافته ٠.٨ جم / سم ^{٣}

خطوات العمل :

١ ـ علق الجسم (قطعة السكر مثلاً) فى قب الميزان وعين وزن الجسم فى الهواء

٢ ـ أغمر الجسم تماماً فى السائل (الكيروسين) وعين وزنه وهو مغمور فيه ٠

٣ ـ أوجد قوة رفع السائل للجسم من العلاقه :

قوة دفع السائل للجسم = وزن الجسم فى الهواء ـ وزنه وهو مغمور فى السائل ٠

٤ ـ بمعرفة كثافة السائل (الكيروسين) = ٠.٨ جم/ سم ^{٣} ـ أحسب حجم الجسم المغمور من العلاقة ٠

$$\text{حجم الجسم المغمور} = \frac{\text{قوة دفع السائل للجسم}}{\text{كثافة السائل}}$$

٥ ـ أوجد كثافة الجسم من العلاقه :

$$\text{كثافة مادة الجسم} = \frac{\text{وزن الجسم فى الهواء}}{\text{حجم الجسم المغمور}}$$

٦ ـ كرر العمل على أجسام مختلفه أخرى قابلة للذوبان فى الماء

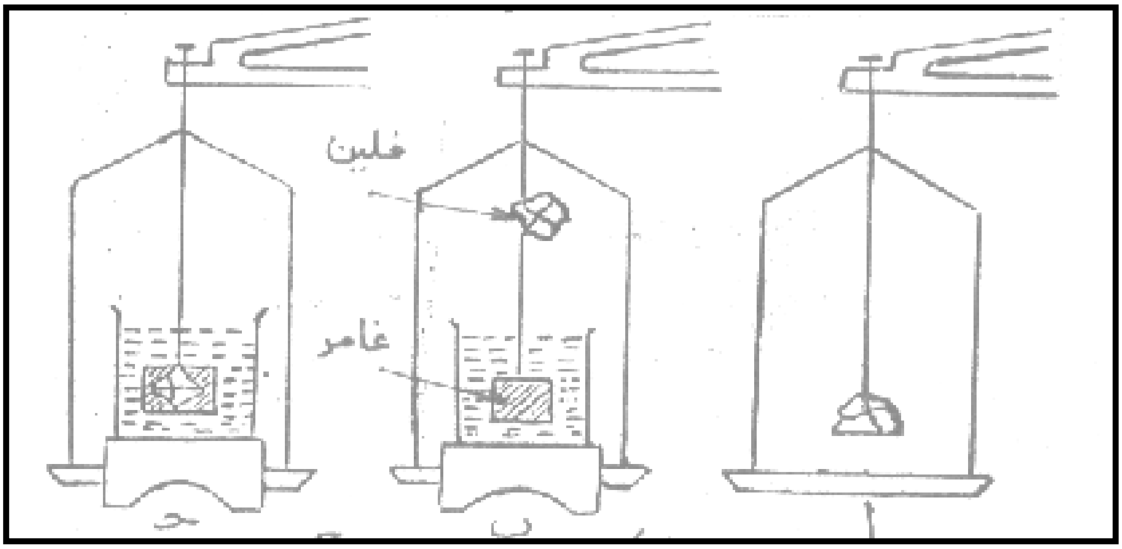
ثالثا : أيجاد كثافة الجسم صلب أخف من الماء (فلين مثلاً)

الأدوات المستخدمة :

نفس الأدوات السابقة + مكعب من النحاس أو الحديد (كغامر)

خطوات التجربه :

١ ـ علق الجسم الصلب (الفلين) بخيط رفيع فى أحد طرفى قب الميزان وعين وزنها فى الهواء كما هو موضح بشكل (٣ ـ ٢ ـ أ)



شكل (٣ ـ ٢)

٢ ـ علق فى القب قطعة الفلين وكذلك مكعب النحاس بحيث ينغمر النحاس وحده تماماً فى الماء كما يشكل (٣ ـ ٢ ـ (ب)) وعين وزن الفلين فى الهواء + وزن الغامر وهو فى الماء وليكن $و_{١}$

٣ ـ أربط قطعة الفلين والغامر معاً وعلقهما فى قب الميزان بخيط رفيع بحيث ينغمران تماماً فى الماء كما فى شكل (٣ ـ ٢ ـ ج) وعين وزنهما (وزن الفلين فى الماء + وزن الغامر فى الماء) وليكن $و_{٢}$

ولاحظ أن وزنهما أقل من الحاله الأولى ($و_{١}$)

أى أن ($و_{٢} < و_{١}$)

٤ ـ أوجد قوة دفع الماء على قطعة الفلين من العلاقه

قوة دفع الماء على قطعة الفلين = $و_١ - و_٢$

٥ ـ بمعرفة كثافة الماء فى درجة حرارة التجربة أوجد حجم قطعة الفلين المغمور فى الماء من العلاقه ٠

$$\text{حجم قطعة الفلين} = \frac{\text{قوة دفع الماء لقطعة الفلين}}{\text{كثافة الماء}}$$

٦ ـ أوجد كثافة قطعة الفلين من العلاقه الآتيه : ـ

$$\text{كثافة الفلين} = \frac{\text{وزن قطعة الفلين فى الهواء}}{\text{حجم قطعة الفلين}} \quad \text{جم/سم}^{٣}$$

٧ ـ كرر نفس الخطوات السابقه بإستخدام مواد أخرى تكون قابله للذوبان فى الماء ومعها أى غامر (جسم صلب ثقيل) أخر تدون النتائج ٠

<u>الإستنتاج :</u>

تختلف كثافة المواد العناصر من ماده إلى آخرى ولكل منها كثافة وحيدة مستقلة.

التجربة الرابعة

فحص عينة من الحديد مجهرياً والتمكن من رؤية أشكال الحبيبات وحدود الحبيبات للعينة المنتظمة بدون إسناد

مجال التجربة:-

الكشف عن البنية المجهرية للحديد واظهار شكل الحبيبات وحدود الحبيبات للعينة المنتظمة بدون اسناد

ملحوظة هامة:-

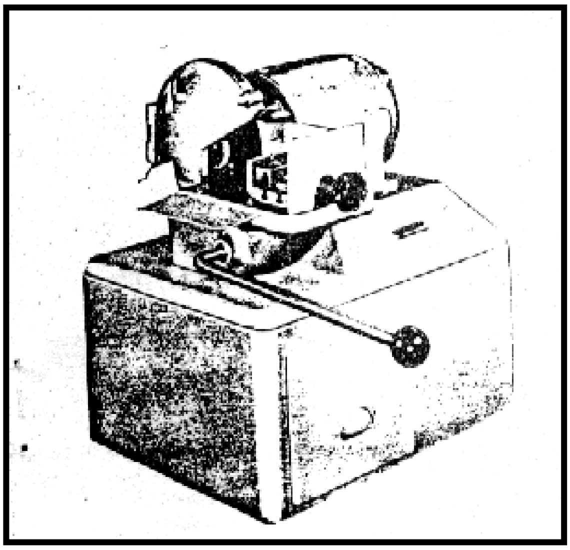
لكي تظهر اشكال الحبيبة وحدودها للعينة المختبرة يجب أن تجهز العينة تجهيزاً خاصاً حتى يمكن اعطاء نتائج جيدة.

تجهيز العينة من الحديد

يمكن اعتبار العينة المختبرة قد أعدت الإعداد الجيد استعداداً لفحصها تحت الميكروسكوب عند الحصول على سطح املس خال من الخدوش يشبه المرآة، وتتلخص هذه الطريقة في عدة خطوات متتالية ومتسلسلة كما يلي:-

١- أخذ العينة:

إذا كانت العينة طرية مثل المواد الغير حديدية فإنه يستخدم المنشار اليدوي في قطع العينة، أما إذا كانت العينة من مادة صلدة (كالحديد) فيتم القطع بواسطة عجلة جلخ قطيفة كما بالشكل (٤-١)

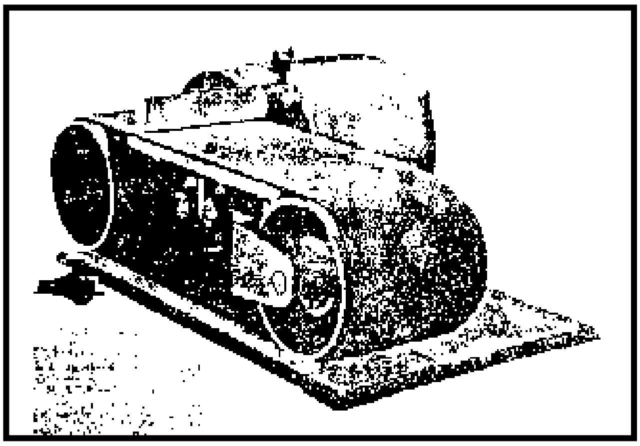


الشكل رقم (٤-١) ماكينة قطع ذات عجلة جلخ قطعية

حيث تكون العجلة عبارة عن قرص رفيع من مادة حاكة قاطعة مناسبة وتدور العجلة بسرعة دوران عالية، ويجب تبريد العينة أثناء القطع باستخدام سائل تبريد مناسب حتى نضمن عدم تغيير البنية الميكروسكوبية بالحرارة المتولدة أثناء القطع، ويجب أن تكون العينة كبيرة الحجم بالقدر الذي يجعلها سهلة المسك باليد في حدود قطر ٢٠مم وارتفاع ٢٠مم.

٢- التجليخ الخشن:

الهدف من هذه العملية هو الحصول على سطح مستوٍ بعد عملية القطع ويستخدم لذلك مرملة سير (belt sander) كما بالشكل (٤-٢)



الشكل رقم (٤-٢) مرملة سير

وهي ماكينة مسنفرة ذات سير يحتوي على المادة الحاكة ويتم الاحتفاظ بالعينة باردة بغمرها من آن لآخر في الماء اثناء عملية التجليخ.

ويجب أن يكون اتجاه الحركة بين العينة والمادة الحاكة في هذه العملية وعمليات التجليخ والتلميع التالية عمود بأعلى اتجاه الخدوش الموجودة على سطح العينة وتستمر تلك العمليات الى أن يصبح السطح مستوٍ وخالٍ من الحواف الخشنة الناتجة من عمليات القطع.

ويلاحظ إذا كانت عينة الاختبار صغيرة ولا يمكن الإمساك بها أن يصب عليها أحد اللدائن لتسهيل الامساك بها لإجراء عمليتي التلميع الابتدائي والنهائي، واللدائن تكون من النوع المتصلد بالحرارة.

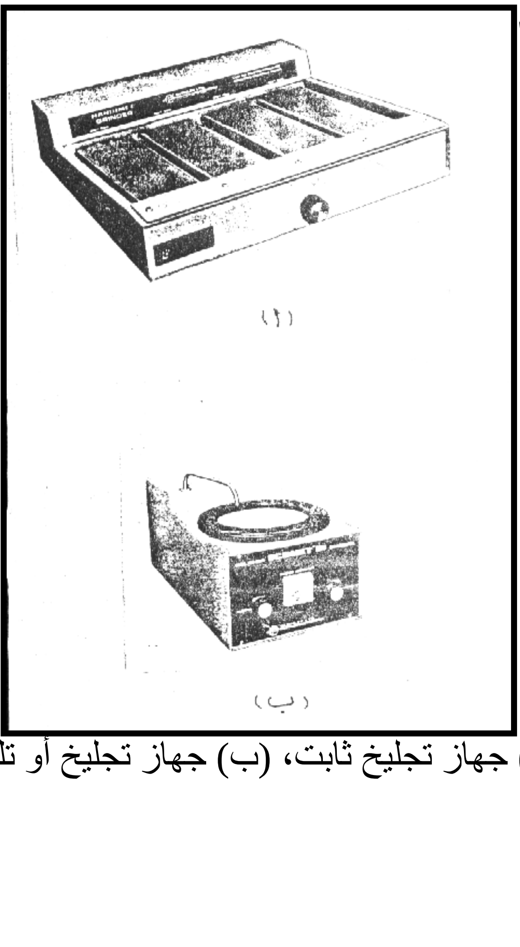
- يتم بعد ذلك عمليات التلميع المتوسط باستخدام عملية الصنفرة على مجموعة متتالية من ورق الصنفرة تحوي حبيبات دقيقة من المادة الحاكة مثل التنجستين كربيد ويوجد منها عدة درجات منها (١٢٠، ١٨٠، ٢٤٠، ٣٢٠، ٤٠٠، ٦٠٠ .... الخ) ورقم الصنفرة يشير إلى عدد الثقوب في البوصة الطولية على المنخل الذي به نخل حبيبات المادة الحاكة المصنع فيها ورق الصنفرة الحامل للرقم.

- ويلاحظ كلما زاد الرقم دل على نعومة الصنفرة.

وتتم عمليات الصنفرة (التلميع المتوسط) اما جافة او باستخدام سائل للتبريد والتزليق او في تيار من الماء في الغالب لكي يزيح نواتج الصنفرة.

٣- التلميع (التجليخ الناعم):

بعد ذلك تتم عمليات التلميع النهائي بهدف الحصول على سطح املس مستوي خالي من الخدوش باستخدام قرص دوار مغطى بقماش جوخ مخصوص مبلل وعليه حبيبات دقيقة من المادة الحاكة المناسبة ذات حبيبات دقيقة الحجم ويوجد العديد من المواد الحاكة المستخدمة في التلميع مثل (اكسيد الالومنيوم) المستخدم في تلميع المواد الحديدية والنحاس، ويعتمد قماش التلميع على نوع المعدن المراد تلميعه ويوجد منها اقمشة ذات وبرة او نسيج مختلفة عن بعضها ومنها الأنسجة عديمة الوبرة مثل الحرير، والأنسجة متوسطة الوبرة مثل الجوخ والأنسجة ذات الوبرة الخشنة مثل ا



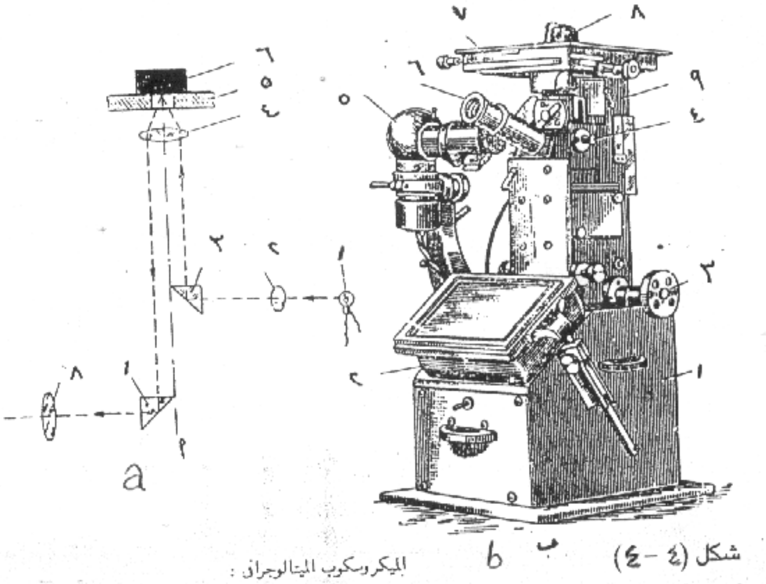
شكل (٤-٣) (أ) جهاز تجليخ ثابت، (ب) جهاز تجليخ أو تلميع دوار

٤- التنميش:- (Etching)

الغرض من عملية التطهير (التنميش) هي اظهار البنية الميكروسكوبية للمعدن بحيث يمكن رؤية الحبيبات وحدودها بشكل واضح. وتتم هذه العملية بتعريض السطح الملمع بعد غسله وتجفيفه لمحلول التظهير لعدة ثوان تبعاً لمادة عينة الاختبار ومحلول التظهير المستخدم، وعادة يستخدم المحلول محلول النيتال الذي يتركب من (٢% حمض نيتريك)، (٩٨% كحول ايثيلي). فيتسبب المحلول في تآكل الأجزاء المتباينة من السطح بمعدلات مختلفة ويراعي بعد عملية التظهير غسل العينة جيداً بالماء الجاري ثم الكحول او الاسيتون، مع ملاحظة عدم لمس سطح العينة المراد فحصها بمجرد الانتهاء من عملية الغسيل وقد تستعمل المجففات الهوائية لتجفيف العينة بسرعة. وبعد ذلك تعتبر العينة جاهزة للفحص الميكروسكوبية.

الميكروسكوبات الميتالورجية وأنواعها:-

تختلف الميكروسكوبات الميتالورجية عن الميكروسكوبات العادية في الطريقة التي تضاء بها العينة المختبرة وحيث أن العينة المختبرة (المعدن) غير منفذة للضوء، فإنها تضاء بواسطة أشعة ضوئية معكوسة كما هو موضح بالرسم شكل (٤-٤) a , b والذي يوضح طريقة سقوط الأشعة من مصدر الضوء ماراً بالمكثف.



شكل (٤ - ٤)

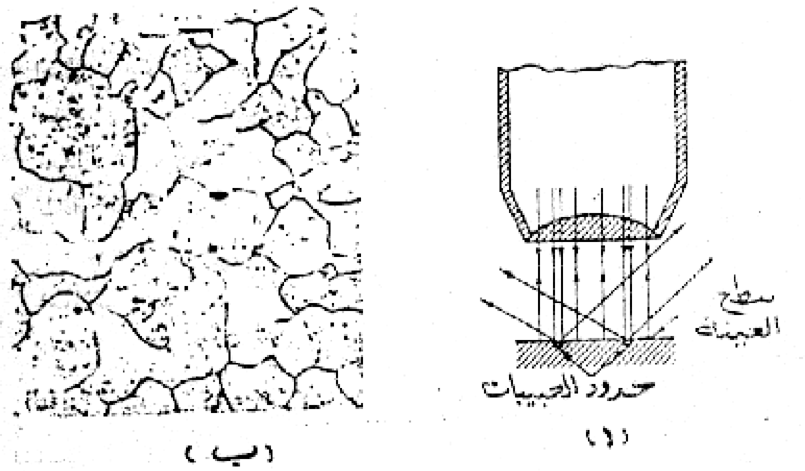
الميكروسكوب الميتالوجراف :

أ- رسم تخطيطي لسير الأشعة : ١ - مصدر الضوء ، ٢ - المكثف ، ٣- المنشور ، ٤- الشيئية ، ٥- مائدة العينات ، ٦ - العينة المجهزة ، ٧- المنشور ٨- العينية ، ب- الشكل الخارجي للميكروسكوب ١- البدن ، ٢- غرفة التصوير ، ٣ - مسمار الضبط الاستقرابي ، ٤ - مسمار الضبط الدقيق ، ٥ - مصدر الضوء ، ٦ - العينية ٧- مائدة العينات ، ٨ - العينة المجهزة ، ٩- الميكروسكوب .

شكل رقم (٤-٤) a, b

والذي يوضح طريقة اسقاط الأشعة من مصدر الضوء ماراً بالمكثف (٢) ثم المنشو العاكس (٣) يخترق العدسة الشيئية التي نقوم بتكبير هذه الأشعة ويستمر مسار الأشعة حتى يصل الى المنشور العاكس (٧) الذي يوجه مسار الأشعة الى العدسة العينية (٨) والتي تقوم بتكبير الصورة.

والشكل (٤-٤) b يوضح تركيب الميكروسكوب الميتالورجي المزود بغرفة تصوير لكي يمكن اعطاء صورة مكبرة لشكل العينة المختبرة وفي بعض الأحيان وخاصة في الأغراض التعليمية يزود الميكروسكوب بشاشة عرض فتظهر البنية المجهرية على الشاشة مباشرة بدلاً من رؤيتها بالنظر خلال عينية الميكروسكوب.

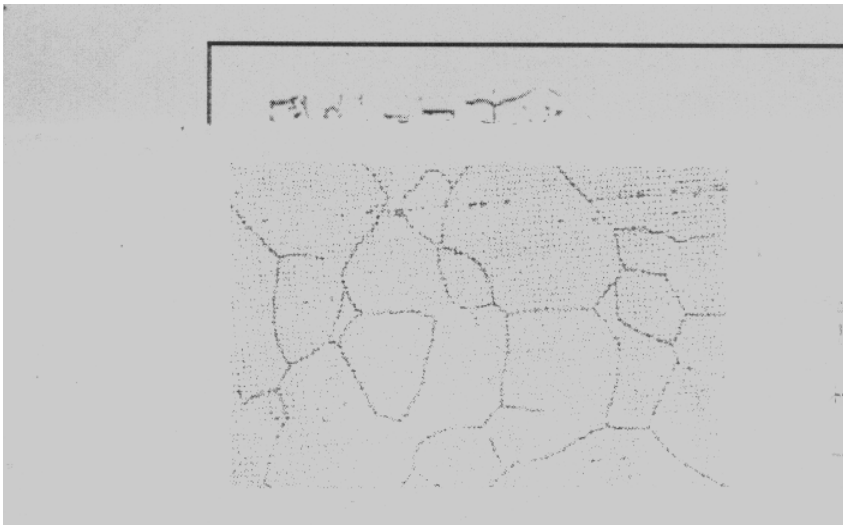


كيفية ظهور حدود الحبيبات تحت الميكروسكوب :
أ) مسار الاشعة ب) صورة ميكروسكوبية لبنية مكونة من طور واحد ويظهر فيها حدود الحبيبات.

شكل (٤ ـ ٥)

والشكل (٤ ـ ٥) (ب) يوضح صوره ميكروسكوبيه لبنية المعدن مكونه من طور واحد ويظهر فيها حدود الحبيبات ٠

والشكل (٤ ـ ٦) يوضح البنيه الميكروسكوبيه للحديد



شكل (٤-٦) البنية الميكروسكوبية للحديد، حبيبات من الفريت. المظهر الفعال: محلول بنسبة ٤٪ من HNO_3 التكبير ×١٠٠

<u>خطوات إجراء التجربة</u>

١ ـ يقطع العينه المراد فحصها (يراعى تعامد مكان القطع مع محور العينة المختبرة ٠

٢ ـ يبرد حرف العينه (كسر السوك) حتى لا يتسبب الحرف الحاد قطع ورق الصنفره أو جوخ التلميع أثناء الإعداد ٠

٣ ـ يبرد أحد أسطح العينه بالمبرد الخشن ثم الناعم حتى إتمام إستواء السطح٠

٤ ـ تتم عملية الصنفرة بالتدريج من الصنفرة الخشنه (نمرة ١٨٠) إلى الناعمه (نمره ٦٠٠)

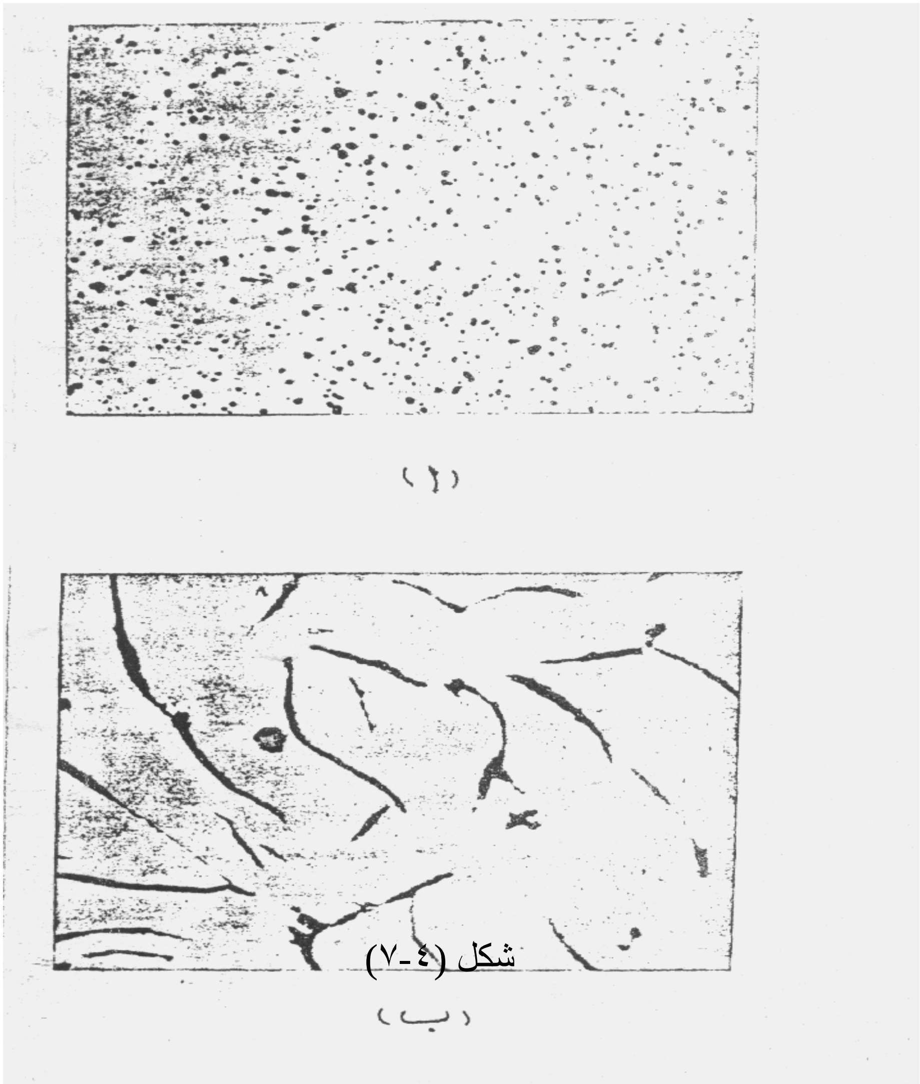
٥ ـ يراعى تحريك العينه عكس تيار الماء المنسكب مع رفع العينه عند آخر المشوار والبدء من جديد لأعطاء الفرصة للماء لا زاحة نواتج الصنفرة كما يراعى إدارة العينه ٩٠° عند الإنتقال إلى الصنفره الأعلى (الأنعم) للتخلص من علامات التشغيل ، ويراعى بإستمرار أن يكون السطح متعامداً مع محور العينة ٠

٦ ـ بعد تثبيت قرص الجوخ على ماكينة الصنفرة يسكب قليل من محلول (معلق الألومينا) بعد رجه على قرص الجوخ، ويراعى وضع العينه بضغط خفيف على القرص اثناء الدوران مع إدارة العينة باليد على محيط القرص فى عكس إتجاه دوران القرص مع الإستمرار بالنظر لسطح العينة حتى تصبح كسطح المرآه ٠

٧ ـ غسل العينه بالماء والكحول وتجفف بالهواء الساخن

٨ ـ إجراء عمليه التنميش للعينه كما سبق شرحة بإستخدام محلول مركب النيتال (٢ % حمض النيتريك + ٩٨ % كحول ايثيلى) ويراعى متابعة النظر كل عدة ثوان على سطح العينه حتى يظهر أثر التنميش بخفه على السطح ثم تغسل العينه جيداً بالماء لإيقاف أثر المنمش ثم تغسل بالكحول وتجفف بالماء الساخن ٠

٩ ـ تؤخذ العينه وتوضع تحت المجهر على تكبير × ٢٠٠ والذى يظهر شكل الحبيبات وحدودها بطريقه واضحة والشكل (٤ ـ ٧ ـ أ) يوضح صورة ميكروسكوبيه لعينه ملمعه ٠
والشكل (٤ ـ ٧- ب) ، صورة ميكروسكوبيه لينه من الزهر ملمعة وغير مظهرة



شكل (٤ - ٧) أ) صورة ميكروسكوبية لعينة ملمعة. ب) صورة ميكروسكوبية لعينة حديد زهر ملمعة وغير مظهرة.

شكل (٤ ـ ٧)

التجربة الخامسة

إسناد عينات الفحص المجهرى على البارد

مجال التجربة :

الكشف عن التركيب البنائى وإظهار شكل الحبيبات وحدود الحبيبات للعينة بالاستعانة بمواد اسناد أو قوالب الاسناد على البارد.

الاجهزة والأدوات المستخدمة:

١- عينات مختلفة للفحص

٢- مجهر ميكرسكوب) ضوئى.

٣- مواد اسناد (قوالب اسناد) قياسية على البارد.

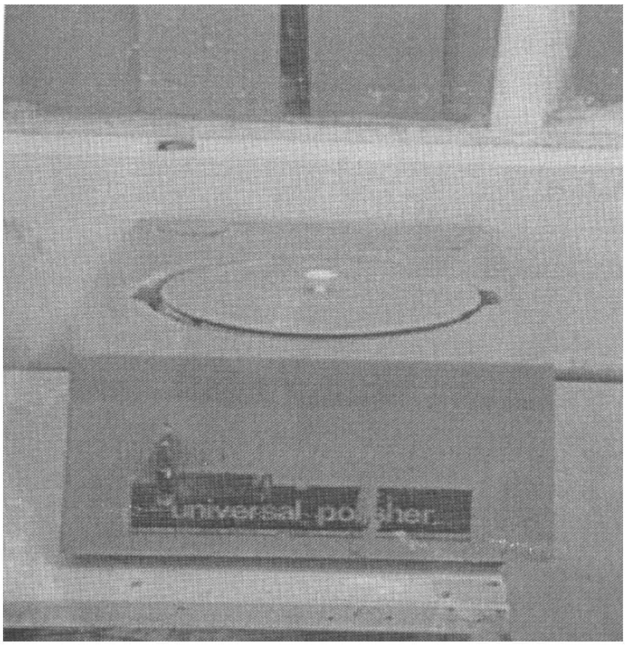
تجهيز العينات:

يتم تجهير العينات المختبرة وإعدادها كما فى التجربة السابقة وتمر بالخطوات الآتية:

أ- أخذ العينات (تقطيعها).

ب- أزالة أثر عمليات القطع باستخدام التجليخ الخشن والغرض منه الحصول على سطح مستو تماماَ بعد عمليات القطع ويراعى استخدام أوراق السنفرة المناسبة.

ج- عمليات التلميع (التجليخ الناعم) تتم عمليات التلميع النهائى بهدف الحصول على سطح أملس ناعم مستو وخالى من الخدوش بإستخدام جهاز التنعيم الدوار المبين بالرسم شكل (٥-١).



شكل (٥-١) جهاز التنعيم

د- عميات التنميش: وتتم هذه العملية بتعرض سطح العينة الملمعة بعد غسلها وتجفيفها لمحلول الاظهار النيتال) والذى يعمل على تأكل الأجزاء المتباينة من السطح بمعدلات مختلفة وبعد الأنتهاء من عمليات التظهير يجب غسل العينة جيدا بالماء الجارى ثم الكحول أو الأسيتون مع ملاحظة عدم لمس سطح العينة بعد ذلك ،، وتصبح العينة بعد ذلك جاهزة للفحص الميكروسكوبى.

تؤخذ العينة وتوضع تحت عدسة الميكرسكوب الضوئى بالرسم شكل (٥-٢) المزود بشاشة عرض عكس تظهر عليها البنية المجهرية مباشرة والتى يوضح من خلالها الحبيبات وحدود الحبيبات للعينة.

شكل (٥ - ٢)
مجهر ضوئي

تؤخذ العينات المفحوصة مجهرياً ومقارنتا بمواد قوالب الاسناد على البارد القياسية من حيث التركيب والصلادة.

اكتب ما تلاحظه من افروق بين العينة المفحوصة والعينات القياسية (الاسناد).

التجربة السادسة

إسناد عينات الفحص المجهرى بالضغط والحرارة ثم التبريد

مقـدمـــة :

من المعروف أن الكربيدات القاسية تصنع من خلط بودرة العناصر مثل التنجستين أو التيتانيوم أو الموليبدتم أو التنتاليوم أو الفانديوم، ويتم تشكيلها بعلميات الضغط المناسبة – ثم يتم تلبيدها من أفران خاصة وبعد فترة زمنية يتم تبريدها. وتتمير هذه الكربيدات بصلادتها الفائقة فى درجات الحرارة المرتفعة وقوة احتمالاها الكبيرة، وتعتبر صلادتها وسط بين الكورندم (اكسيد الالمونيوم) والماس.

الغرض من التجربة :

دراسة قابلية (مقدار) التصليد للكربيدات القاسية.

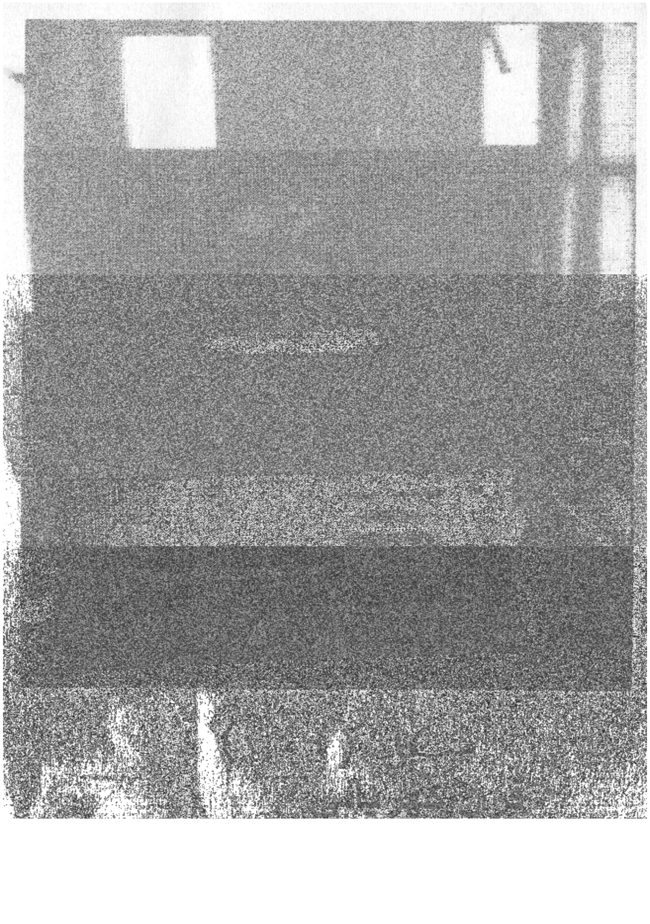
الاجهزة والأدوات المستخدمة:

١- عينات مختلفة من الكربيدات المقساة.

٢- أجزة تنعيم وصقل كما فى التجربة الرابعة الخامسة.

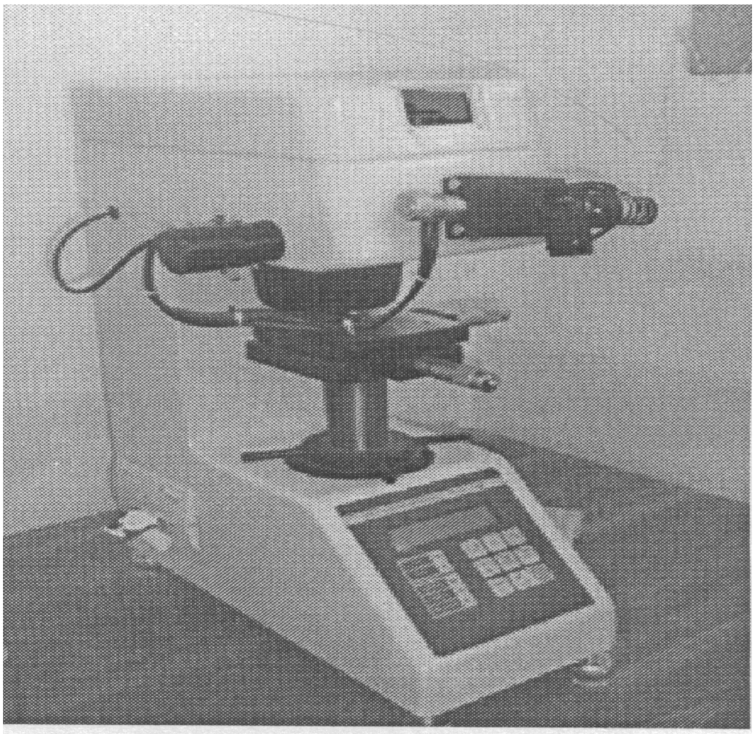
٣- مجهر ضوئى كما فى التجربة الخامسة.

٤- أفران كهربائية كما بين بشكل (٦-١).



٥- جهاز اختبار الصلادة مثل جهاز(روكويل – فيكرز).

كما بشكل (٦-٢)



جهاز قياس الصلادة (روكويل – فيكرز)

شكل (٦ – ٢)

تجهيز العينات:

بعد تجهيز عينات الكربيدات المختلفة [ضغط بودرة المعادن المختلفة وتخلط تحت تأثير الحرارة (عمليات التلبيد)] وبعد فترة يتم تبريدها تؤخذ العينات بعد ذلك ويتم تجهيزها كما فى التجربيتين (الرابعة والخامسة) وتوضع تحت المجهر الضوئى لاختبار وفحص حبيبات الكربيدات ، وبعد عمليات الفحص يتم اختبار صلادتها بستخدام جهاز (روكويل – فيكرز) وذلك على حسب سمك العينة المختبرة.

المراجـــــــــع

١. كتاب تكنولوجيا المواد والمتيالورجيا الهندسية ٠

للدكتور / فاروق شحاته والدكتور / محمد حمدى

٢. كتاب الميتالورجيا الفيزيائيه دكتور/ احمد سالم الصباغ

٣. كتاب تكنولوجيا الورش دكتور/ احمد سالم الصباغ

٤. كتاب فيزياء المعادن وتكنولوجيا السبائك المعدنية دكتور/ مصطفى كمال محمد

٥. كتاب استعمال منتجات ميتالورجيا المساحيق فى الصناعه " روسى "

(مترجم) يرماكوف فيازنيكوف

٦. كتاب تكنولوجيا المعادن (روسى مترجم)

أ ماليشيف ج ـ نيكولاييف ى ـ شاوفالوف

٧ ـ كتاب علم وتكنولوجيا المواد

د/ محمد احمد بيومى والمهندس / محمد سمير السعيد

٨ ـ خامات ومعادن للصناعات الميكانيكيه

دكتور/ على الدسوقى مجاهد والمهندس / محمد عباس عبد الشافى

الفهـــــــــــرس

الصفحة

اولا : الجزء النظرى ٦

<u>الباب الأول : الفلزات واللافلزات</u> ٧

١ ـ مقدمه عن علم الفلزات ٨

تقسيم الفلزات ٩

دراسة بنية المواد المعدنيه ١٣

خلايا المعادن والبنية البلورية وخواصها ١٤

عيوب البئيات البلورية ١٧

الحبيبات وحدود الحبيبات ١٩

تبلور المعادن ٢١

أسئله وتطبيقات ٢٢

<u>الباب الثانى : السبائك :</u> ٢٣

تعريف السبائك ٢٤

أهمية خلط المعادن ونظرية تعديل الخواص بإضافة عناصر معينة ٢٤

أنواع السبائك حسب بنيانها الداخلى فى الحالة الصلبه ٢٤

المركبات المعدنيه والألكترونية ٢٥

المحاليل المتجمدة ٢٥

الفرق بين المحاليل المتجمدة والمركبات ٢٦

الخليط الميكانيكى ٢٧

الأسئله وتطبيقات ٢٨

<u>الباب الثالث : المعاملات الحرارية</u> ٢٩

المصطلحات الفنية للمعالجات الحراريه ٣٠

المعاملات الحرارية للصلب (التخمير ـ التلدين) ٣١

أنواع التخمير ٣٣

تخمير إزالة الجهود ٣٣.

الصفحة

التخمير بإعادة التبلور ٣٣

التخمير التجانس ٣٣

التخمير الشامل ٣٤

المعادله ٣٤

طرق التصليد السطحى ٣٥

التصليد بالتغليف بالكربنة ٣٦

التصليد بالتغليف بالنتردة ٣٦

التصليد بالتغليف بالسيانيد ٣٧

التصليد السطحى باللهب ٣٧

التصليد السطحى بالتيارات الحثية ٣٨

المراجعه (التطبيع) ٣٩

أ سئله وتطبيقات ٤٠

الباب الرابع : المعادن الغير حديديه وسبائكها ٠ ٤١

النحاس ٤٢

النحاس الأصفر ٤٤

البرونز القصديرى ٤٦

البرونز الألومنيومى ٤٧

البرونز السيليكونى ٤٨

البرونز البيريليومى ٤٨

البرونز الرصاصى ٤٨

سبائك النحاس مع النيكل ٤٨

الألمونيوم وسبائكه ٥٠

سبائك الديورالومين ٥٣

سبائك الألمونيوم الخاصة بالسباكة ٥٤

السبائك شائعة الإستخدام ٥٤

سبائك الرصاص للأغراض الخاصة ٥٤

الصفحة

سبائك القصدير والرصاص والزنك المقاومة للآحتكاك .. ٥٥

السبائك البيضاء ٥٥

سبائك البرونز وسبائك الألومنيوم لكراسى المحاور ٥٦

سبائك اللحام القصديرية الرصاصية ٦٠

اسئلة وتطبيقات ٦٢

الباب الخامس : تكنولوجيا المساحيق ٦٣

أنواع منتجات تكنولوجيا المساحيق ٦٤

التـلـبـيـد ٦٥

الطرق الكيميائية المختلفه لتحضير مساحيق المعادن ٦٦

تبويب مواد التصنيع الملبدة ٧٧

مواد التصنيع الملبدة للمرشحات والمحامل الأنزلاقية ٧٩

مواد التصنيع الملبدة للمشغولات الدقيقة شحيحة المسامية ٨١

المعادن الصلدة ٨٢

تبويب المعادن الصلدة ٨٤

مجالات إستخدام منتجات تكنولوجيا المساحيق ٨٧

اسئله وتطبيقات ٨٨

ثانيا : الجزء المعملى (التجارب) ٨٩

التجربة الأولى : المقارنه والتعرف على المواد الهندسيه بالمعاينه

والفحص وبالعين المجرده ٩١

التجربة الثانــة : المقارنه والتعرف على المواد الحديدية بإستخدام الشرز... ٩٥

التجربة الثالــه : تعيين كثافة المواد بإستخدام نظرية أرشميدس ١٠١

التجربه الرابعه : فحص عينة من الحديد مجهرياً والتمكن من رؤية(إشكال

الحبيبات) وحدودها للعينة المنتظمة (بدون إسناد) ١٠٦

التجربة الخامسه : فحص عينة من الحديد (بإسناد العينه على البارد) ١١٣

التجربه السادسه : فحص عينه من الحديد (بإسناد العينه بالضغط

والحرارة ثم التبريد) ١١٧

الــمــــراجــــع ١٢٠